ОСНОВЫ МЕДИЦИНСКИХ ЗНАНИЙ

(анатомия, физиология, гигиена человека и оказание первой помощи при неотложных состояниях)

Учебное пособие

Под редакцией профессора И. В. Гайворонского

2-е издание, исправленное и дополненное

Рекомендовано Межвузовским
редакционно-издательским советом по медицинской литературе
Санкт-Петербурга

Санкт-Петербург
СпецЛит
2013

УДК 611—614/616
О75

Авторы:
И. В. Гайворонский — доктор медицинских наук, профессор, академик Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова, заведующий кафедрой нормальной анатомии Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова и кафедрой морфологии медицинского факультета СПбГУ, заслуженный работник высшей школы, лауреат премии Правительства РФ в области образования;
Г. И. Ничипорук — кандидат медицинских наук, доцент кафедры морфологии медицинского факультета СПбГУ, лауреат премии В. Потанина;
А. И. Гайворонский — доктор медицинских наук, преподаватель кафедры нейрохирургии Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова, доцент кафедры морфологии медицинского факультета СПбГУ;
С. В. Виноградов — кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры нормальной анатомии Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова

О75 **Основы медицинских знаний** (анатомия, физиология, гигиена человека и оказание первой помощи при неотложных состояниях) : учебное пособие ; под ред. И. В. Гайворонского / И. В. Гайворонский, Г. И. Ничипорук, А. И. Гайворонский, С. В. Виноградов — 2-е изд., испр. и доп. — СПб. : СпецЛит, 2013. — 311 с. : ил. — ISBN 978-5-299-00543-1

Учебное пособие содержит наиболее важные сведения по анатомии, физиологии, гигиене человека и оказанию первой помощи при неотложных состояниях. В нем представлены основные термины и понятия, общие и частные данные о строении и функциях человеческого организма, изложены основы гигиены и рекомендации по соблюдению здорового образа жизни в контексте каждой главы.

Глава, посвященная оказанию первой помощи при неотложных состояниях, продиктована необходимостью знания основных правил оказания само- и взаимопомощи в экстренных ситуациях, для чего важно иметь хотя бы элементарные представления о строении человеческого организма и протекающих в нем физиологических процессах.

Пособие рассчитано на различные категории населения: прежде всего на учащихся специализированных медицинских классов, студентов спортивных и педагогических вузов, а также факультетов психологии; представленные сведения будут полезны абитуриентам, поступающим в медицинские вузы, и читателям, стремящимся к познанию «тайн человеческого тела».

УДК 611—614/616

ISBN 978-5-299-00543-1

© ООО «Издательство „СпецЛит“», 2009

ОГЛАВЛЕНИЕ

Условные сокращения 8
Предисловие 9
Введение 10
Плоскости, оси и основные ориентиры в анатомии 13

Глава 1
Человеческий организм как единое целое. Основы цитологии и гистологии 15
Структурно-функциональная организация человеческого организма 15
Клетка 15
Химический состав клетки 19
Ткани 20
Эпителиальные ткани 20
Соединительные ткани 21
Мышечные ткани 22
Нервная ткань 23
Регенерация тканей 23
Органы 24
Системы органов 25
Организм человека как единое целое 25

Глава 2
Система органов опоры и движения 27
Костная система 27
Классификация костей 29
Внутреннее строение костей 30
Химический состав кости и ее свойства 31
Развитие костей 34
Функции скелета 34
Кости туловища 34
Кости верхней конечности 37
Кости нижней конечности 41
Череп 44
Соединения костей 48
Непрерывные соединения костей 48
Прерывные соединения костей — суставы 49
Соединения позвонков 51
Соединения ребер 53
Соединения костей черепа 54
Соединения костей верхней конечности 54
Соединения костей нижней конечности 56
Своды стопы 57
Мышечная система 58
Принципы классификации мышц 59
Строение мышц 60
Вспомогательные аппараты мышц 61
Факторы, определяющие силу мышцы 63

Работа мышц 63
Функции мышц 66
Мышцы туловища 68
Мышцы головы 71
Мышцы шеи 71
Мышцы верхней конечности 72
Мышцы нижней конечности 73

Глава 3
Пищеварительная система. Пищеварение 76
Питательные вещества и пищевые продукты 76
Функции пищеварительной системы 77
Принципы строения органов пищеварительной системы 77
Полость рта 80
Роль И. П. Павлова в изучении слюноотделения 85
Глотка 86
Пищевод 87
Глотание 89
Желудок 89
Работы И. П. Павлова по изучению пищеварения в желудке 91
Тонкая кишка 93
Печень 96
Функции печени 98
Поджелудочная железа 99
Толстая кишка 100
Физиологические аспекты голода и жажды. Аппетит 102
Гигиена питания 103
Роль микрофлоры пищеварительного тракта 105

Глава 4
Анатомия и физиология дыхательной системы 106
Верхние дыхательные пути 107
Гортань 108
Функции гортани 110
Трахея и главные бронхи 111
Легкие 111
Плевральная полость 114
Средостение 115
Биомеханика дыхательного акта 115
Дыхательные объемы 116
Транспорт газов 117
Регуляция дыхания 118

Глава 5
Анатомия и физиология выделительной системы 120
Почки 122
Образование мочи 124
Мочевыделительные пути 127
Механизм мочеиспускания 128
Выделительная функция кожи 129
Выделительная функция органов пищеварительной системы и легких 130

Глава 6

Обмен веществ и энергии 132
Пластический и энергетический обмен 132
Обмен воды и минеральных солей 133
Обмен белков 134
Обмен углеводов 137
Обмен жиров 138
Витамины 139
Жирорастворимые витамины 140
Водорастворимые витамины 141
Распад и окисление органических веществ в клетках 143
Основной обмен 145
Обмен энергии между организмом и окружающей средой. Терморегуляция 146
Регуляция обмена веществ 148

Глава 7

Анатомия половой системы. Репродуктивная функция и развитие человека 149
Мужская половая система 149
Мужской мочеиспускательный канал 154
Женская половая система 154
Женский мочеиспускательный канал 159
Менструальный цикл 160
Развитие человека 161
Понятие о бесплодии 167
Экстракорпоральное оплодотворение 168
Понятие о контрацепции 171

Глава 8

Сердечно-сосудистая система 173
Круги кровообращения 174
Сердце 175
Строение стенки сердца 177
Проводящая система сердца 178
Свойства сердечной мышцы 179
Работа сердца 179
Электрокардиография 180
Регуляция деятельности сердца 181
Ишемическая болезнь сердца. Инфаркт миокарда 182
Артериальная система 183
Места пальцевого прижатия крупных артерий 188
Венозная система 189
Гемомикроциркуляторное русло 193
Сосуды малого круга кровообращения 194
Пульс. Внутрисосудистое давление 194
Движение крови по сосудам 195
Кровотечения 196
Лимфатическая система 197

Глава 9
Внутренние среды организма. Кровь 201
Функции и состав крови 202
Эритроциты 204
Анемия 204
Лейкоциты 205
Тромбоциты. Свертывающая и противосвертывающая системы крови 207
Группы крови 208
Переливание крови. Донорство 210
Иммунитет 211
Глава 10
Центральная нервная система 217
Общие принципы строения нервной системы 217
Классификация нервных клеток 217
Нервные волокна 219
Классификация рецепторов 219
Понятие о синапсе 220
Рефлекс. Рефлекторная дуга 221
Классификация нервной системы 222
Роль нервной системы в организме 222
Спинной мозг 223
Головной мозг 226
Продолговатый мозг 228
Мост 229
Мозжечок 229
Средний мозг 229
Промежуточный мозг 230
Конечный мозг 231
Оболочки головного и спинного мозга 235
Проводящие пути центральной нервной системы 236
Глава 11
Периферическая нервная система 238
Черепные нервы 239
Спинномозговые нервы 241
Вегетативная нервная система 243
Понятие о метасимпатической нервной системе 245
Нервная регуляция функций органов 245
Глава 12
Высшая нервная деятельность 247
Безусловные и условные рефлексы 247
Понятие о первой и второй сигнальных системах 251
Электроэнцефалография 253
Типы высшей нервной деятельности 253
Память 255
Внимание 257
Мышление 258
Эмоции 259
Сон 259
Физиология труда 261

Глава 13
Органы чувств. Анализаторы 264
Орган зрения 265
Глазное яблоко 265
Проводящие пути и нервные центры зрительного анализатора . . 270
Профилактика нарушений зрения 271
Орган слуха и равновесия 271
Анализатор слуха и равновесия 274
Профилактика заболеваний органа слуха и равновесия 275
Обонятельный анализатор 276
Анализатор вкуса 276
Соматосенсорные органы. Кожа 277
Соматосенсорный анализатор 279

Глава 14
Эндокринная система 281
Понятие об эндокринной системе. Общая характеристика гормонов 281
Щитовидная железа 283
Паращитовидные железы 284
Тимус 284
Поджелудочная железа 284
Надпочечники 286
Половые железы 287
Эпифиз 288
Гипоталамус и гипофиз 288

Глава 15
Первая помощь при неотложных состояниях 291
Выявление признаков жизни или смерти 291
Первая помощь при переломах костей 292
Правила наложения шин 294
Первая помощь при растяжениях и разрывах связок, вывихах суставов 296
Первая помощь при кровотечениях 296
Первая помощь при ранениях 300
Первая помощь при ожогах и отморожениях 301
Первая помощь при перегревании и общем охлаждении 303
Первая помощь при повреждениях глаз 305
Первая помощь при утоплении 305
Первая помощь при попадании инородных тел в дыхательные пути 306
Первая помощь при болях в области сердца 307
Первая помощь при обмороке 307
Первая помощь при эпилептическом припадке 308
Сердечно-легочная реанимация 308
Литература 311
Приложение. Наглядная пропаганда здорового образа жизни

УСЛОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АДГ — антидиуретический гормон
АДФ — аденозиндифосфат
АКТГ — адренокортикотропный гормон
АМФ — аденозинмонофосфат
АТФ — аденозинтрифосфат
БДГ — быстроволновый сон (стадия быстрых движений глаз)
ВИЧ — вирус иммунодефицита человека
ВНД — высшая нервная деятельность
ГАМК — гамма-аминомасляная кислота
ГМЦР — гемомикроциркуляторное русло
ГТГ — гонадотропный гормон
ДО — дыхательный объем
ЖВС — железы внутренней секреции
ЖЕЛ — жизненная емкость легких
ЖКТ — желудочно-кишечный тракт
ИБС — ишемическая болезнь сердца
ИКСИ — интрацитоплазматическая инъекция сперматозоидов
КПБМ — кора полушарий большого мозга
ЛГ — лютеинизирующий гормон
ЛТГ — лактотропный гормон (пролактин)
МОД — минутным объемом дыхания
МОК — минутный объем кровообращения
ОЕЛ — общая емкость легких
ОО — остаточный объем
ПВК — пировиноградная кислота
РНК — рибонуклеиновая кислота
РОВд — резервный объем вдоха
РОВыд — резервный объем выдоха
СПИД — синдром приобретенного иммунодефицита
СТГ — соматотропный гормон
ТТГ — тиреотропный гормон
УО — ударный объем
ФСГ — фолликулостимулирующий гормон
ЦНС — центральная нервная система
ЧД — частота дыхания
ЧСС — частота сердечных сокращений
ЭКГ — электрокардиография
ЭКО — экстракорпоральное оплодотворение
ЭПС — эндоплазматичекая сеть
ЭЭГ — электроэнцефалография
Rh+ — резус-положительная кровь
Rh– — резус-отрицательная кровь

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сохранение и укрепление здоровья человека является одной из главных национальных задач, так как в современной России отмечается чрезвычайно высокий общий уровень смертности, в том числе среди лиц молодого и зрелого возраста, высокий уровень травматизма и заболеваемости. В связи с этим Правительством РФ разработана приоритетная национальная программа «Здоровье», основной задачей которой является профилактика заболеваний и организация оказания высокотехнологичной медицинской помощи.

Целью данной книги является изложение в доступной форме основных закономерностей строения и функционирования организма человека и на их основе разъяснение правил личной гигиены и профилактики заболеваний. Реализация данной цели позволит здравомыслящему и позитивно настроенному на решение жизненных проблем человеку сформировать постулаты соблюдения здорового образа жизни — главного фактора собственного здоровья и здоровья будущих поколений. Естественно, ведение здорового образа жизни не может осуществляться по строго предписанным инструкциям, оно должно быть глубоко осознанным и индивидуально сформированным на знаниях анатомии, физиологии и достижений современной медицины.

Предлагаемая книга — это первый и важнейший этап многоуровневой программы индивидуального формирования здорового образа жизни, конечной целью которой является творческое осмысление полученных знаний, превращение их в осознанные поведенческие действия, подкрепленные аутотренингом и убежденностью в правильности выбранного пути.

В пособии приведены основные сведения о строении и функциональном предназначении опорно-двигательной системы, пищеварительной, дыхательной, мочевыделительной и половой, сердечно-сосудистой и эндокринной, а также нервной систем, раскрыты основные закономерности обменных процессов, назначение системы крови и функции высшей нервной деятельности. Большое внимание уделено основам оказания первой помощи при различных заболеваниях и травмах, поскольку от правильных действий окружающих во многом зависит жизнь больных и пострадавших.

Хотелось бы особо подчеркнуть, что авторы стремились представить не только давно известные элементарные истины, но и дать современные междисциплинарные представления о строении и функциях человеческого организма.

ВВЕДЕНИЕ

Каждый сознательный человек в целях сохранения своего здоровья, ведения здорового образа жизни должен владеть основами медицинских знаний. К сожалению, следует признать, что в обычной общеобразовательной школе эти знания даются на чрезвычайно примитивном уровне в курсе валеологии или биологии. Более обстоятельное изучение основ медицинских знаний возможно в специализированных медицинских классах общеобразовательных школ, а также в средних и высших медицинских учебных заведениях. Для того, чтобы понять, что такое основы медицинских знаний, необходимо дать определение медицины как науки.

Медицина — это одна из древнейших отраслей знаний о строении и функциях человеческого организма, профилактике и лечении заболеваний. В широком смысле **медицина** — это комплекс научных знаний и практических действий, направленных на сохранение и укрепление здоровья человека, предупреждение и лечение заболеваний и травм.

За многие тысячелетия накоплен огромный опыт врачебной деятельности, и сложилась стройная система медицинского образования. По своим задачам медицина охватывает три различных направления:

1. **Клиническое** направление — система научных знаний и практических действий по диагностике и лечению различных заболеваний, травм и ранений. В рамках данного направления насчитывается большое число узких специальностей — хирургия, терапия, неврология, психиатрия, оториноларингология, офтальмология, стоматология, дерматовенерология и т. д. Каждая из них, в свою очередь, имеет дочерние специальности, например, в хирургии: сердечно-сосудистая хирургия, абдоминальная хирургия, нейрохирургия и т. д.

2. **Профилактическое** направление — система знаний и мероприятий по сохранению и укреплению здоровья человека, а также предупреждению заболеваний и повреждений организма. Узкими специальностями данного направления являются гигиена, эпидемиология.

3. **Организационное** — система знаний о закономерностях управления различными звеньями (учреждениями), предназначенными для оказания медицинской помощи. Это направление преду-

сматривает также изучение медицинской статистики по каждой отдельной специальности, по каждой нозологической единице (по каждому заболеванию), по возрастным группам, регионам и т. д.

Соответственно указанным направлениям в медицине выделяют три группы врачей-специалистов: клиницисты, профилактики и организаторы.

Основы медицинских знаний — это комплексное понятие, включающее наиболее важные аспекты строения человеческого организма, функционирования отдельных его органов и систем и применение этих знаний в повседневной жизни в целях соблюдения нормального режима труда и отдыха, необходимых санитарно-гигиенических правил для предупреждения заболеваний и умения оказывать само- и взаимопомощь при травмах, повреждениях и неотложных состояниях.

Исходя из понятия «основы медицинских знаний» можно сделать вывод, что оно затрагивает аспекты таких медицинских дисциплин как анатомия человека, физиология, гигиена и оказание неотложной помощи пострадавшим. Рассмотрим основные задачи каждой из указанных дисциплин.

Анатомия — это наука о формах и строении органов, систем органов и человеческого организма в целом, рассматриваемых с позиций развития, функциональных возможностей и постоянного взаимодействия с внешней средой.

Название науки «анатомия человека» происходит от греч. *anatemno*, что означает рассекаю, расчленяю. Если вдуматься в смысл слова, то станет понятно, что в основу названия дисциплины положен метод исследования.

Необходимо отметить, что целостный человеческий организм представляет собой очень сложную живую биологическую систему. В связи с этим его изучение должно идти от простого к сложному — от органов и систем органов к целостному организму. Только обобщив весь изученный материал, можно создать представление о человеческом организме как единой целостной системе.

Изучение анатомии человека с позиций развития означает понимание вопросов филогенеза (эволюции животного мира) и онтогенеза (индивидуального развития). Такой подход обеспечит понимание индивидуальной изменчивости (вариантов нормы) и аномалий развития. Индивидуальная изменчивость предусматривает отклонения от наиболее часто встречающихся среднестатистических показателей нормы, не отражающиеся на функциональных возможностях органов и систем органов: например, рост, форма и размеры головы, окружности живота, длины конечностей и т. д. Аномалии (уродства) — это такие отклонения в развитии, которые искажают

внешний облик человека и приводят к функциональным нарушениям, например: «заячья губа» — зияющая щель в области верхней губы, недоразвитие конечностей и т. д.

В связи с вышесказанным возникает вопрос, что же такое норма? **Норма** — это тот оптимальный интервал в строении организма, в пределах которого он остается здоровым и в полном объеме выполняет положенные функции. Следовательно, среднестатистические показатели каких-то параметров являются лишь серединой диапазона нормы. Например, среднестатистический показатель роста у мужчин 172 см. Диапазон нормы находится в интервале от 150 до 195 см.

Строение органов и систем органов человеческого организма определяется, прежде всего, генетическими факторами, передаваемыми по наследству от родителей. Существенно изменяется структура при функциональных нагрузках, поэтому человек, особенно в молодом возрасте, когда происходит формирование и развитие органов, должен заниматься физкультурой и спортом, создавая тем самым оптимальную индивидуальную форму и строение организма. Кроме того, нормальное строение организма определяется отсутствием воздействий вредных факторов окружающей внешней среды: механических — давление, вибрация, шум; физических — температура, ионизирующее излучение; химических — различные химические соединения, алкоголь, наркотические вещества и т. д.

Физиология — это наука о функциях живых биологических систем (отдельных клеток, органов, систем органов и целостного организма), о процессах, протекающих в них и механизмах их регуляции.

Прежде всего, необходимо отметить, что невозможно себе представить в живом организме ни одной структуры, которая не выполняла бы какую-либо функцию. Интеграция (взаимодействие) специфически функционирующих структур создает новое качество — функциональный процесс. Примером может служить деятельность пищеварительной системы, в составе которой каждый орган, благодаря особенностям строения, выполняет строго определенную функцию. Однако совместная интегративная деятельность всех органов пищеварительной системы обеспечивает единый процесс пищеварения.

Для понимания функции живой биологической системы необходимо знать принципы ее строения, понимать происходящие в ней функциональные процессы и механизмы регуляции. Объектом изучения функциональных процессов в клетке является обмен веществ, способность реагировать на различные раздражения и т.д.; в тка-

нях — специфические функции каждой ткани (опорные, секреторные, трофические и т. д.); в органах — специфические функции или функции, присущие конкретному органу; в системах органов — интегративные процессы функционирования органов; в целостном организме — интегративные процессы систем органов.

Физиология в содружестве с анатомией составляет основу современных медико-биологических дисциплин, фундаментальных по своему значению, как в системе общего, так и медицинского образования.

Гигиена — это наука о сохранении здоровья человека, правильной организации его быта, труда и отдыха. Для сознательного соблюдения гигиенических правил каждому человеку необходимо знать основы анатомии и физиологии своего организма. Соблюдение правил личной гигиены, соблюдение нормативов физических нагрузок соответственно определенным возрастным периодам, норм закаливания и тренировок, грамотного сбалансированного питания и т.д. способствует сохранению и укреплению здоровья человека, его гармоничному физическому и психическому развитию.

Таким образом, анатомия, физиология и гигиена составляют теоретическую основу медицинских знаний. Основные задачи этих наук — сформировать комплексное представление о своем собственном организме, усвоить полезные гигиенические советы, овладеть приемами закаливания и тренировки, уберечь организм человека от воздействия болезнетворных микроорганизмов и создать наиболее благоприятные условия для сохранения здоровья и работоспособности.

ПЛОСКОСТИ, ОСИ И ОСНОВНЫЕ ОРИЕНТИРЫ В АНАТОМИИ

Рассмотрение формы и строения тела человека в анатомии производится по отношению к его вертикальному положению, при этом кисти рук развернуты ладонной поверхностью вперед — анатомическая стойка.

Для определения топографии (местоположения) органов используют трехмерное пространство, позволяющее дать ему объемную характеристику. С этой целью через тело человека условно проводят три плоскости: горизонтальную, сагиттальную и фронтальную (рис. 1).

Горизонтальная плоскость делит тело на верхнюю и нижнюю части, сагиттальная — на правую и левую. Сагиттальная плоскость, разделяющая тело человека на две симметричные половины, называется срединной. Фронтальная плоскость проходит параллельно

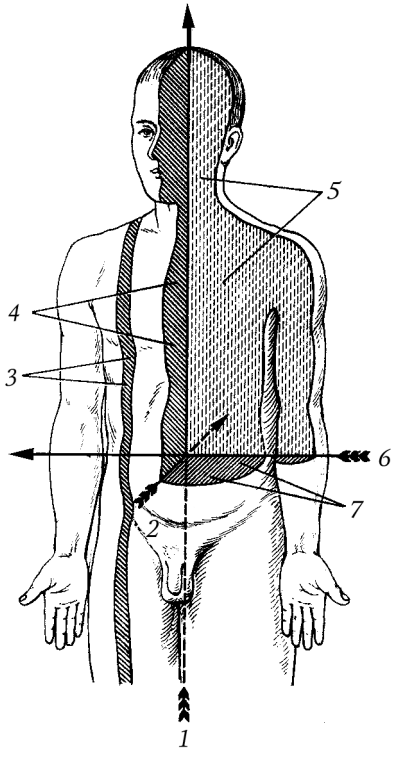


Рис. 1. Оси и плоскости тела человека:
1 — вертикальная ось; *2* — сагиттальная ось; *3* — сагиттальная плоскость; *4* — срединная плоскость; *5* — фронтальная плоскость; *6* — фронтальная ось; *7* — горизонтальная плоскость

плоскости лба — перпендикулярно по отношению к сагиттальной плоскости и делит тело на переднюю и заднюю части.

Через любую точку на поверхности тела можно провести горизонтальную, сагиттальную и фронтальную плоскости, следовательно, их количество является произвольным.

Термины «медиальный» и «латеральный» применяются для обозначения частей тела по отношению к срединной плоскости. Медиально расположенный (медиальный) — находящийся ближе к срединной плоскости; латерально расположенный (латеральный) — находящийся дальше от нее. Для обозначения пространственных отношений на конечностях используют термины «проксимальный» (находящийся ближе к месту прикрепления конечности к туловищу) и «дистальный» — дальше от него.

Чтобы определить направления движений в суставах, условно проводят три оси. Фронтальная и сагиттальная оси проходят в соответствующих плоскостях. Вертикальная ось проходит через тело человека в направлении сверху вниз. Движения в суставах осуществляются вокруг названных осей.

Для описания топографических взаимоотношений органов используют имеющиеся на теле человека ориентиры. Чаще всего ими являются отдельные кости скелета (позвонки, ребра, ключица, лопатка, кости конечностей, кости черепа) или отдельные анатомические образования на костях (ости, бугры, линии, отростки, гребни и т. д.). Если костные образования в данной области выражены слабо или располагаются глубоко, в качестве ориентиров используются края напряженных (сокращенных) мышц или проходящие магистральные сосуды.

Глава 1

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ КАК ЕДИНОЕ ЦЕЛОЕ. ОСНОВЫ ЦИТОЛОГИИ И ГИСТОЛОГИИ

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОРГАНИЗМА

Человек занимает в ряду позвоночных высшее место, относится к типу хордовых, *chordata*; подтипу позвоночных, *vertebrata*; классу млекопитающих, *mammalia*, характеризующихся живорождением и питанием новорожденных молоком матери. В классе млекопитающих человек относится к подклассу рождающих, *theria*, имеющих плаценту и молочные железы; отряду приматов, *primates*; подотряду обезьян и человекообразных обезьян, *anthropoidea*; надсемейству человекоподобных, *hominoidea*; семейству человека, *hominide*, и виду человек мыслящий, *homo sapiens*.

В строения тела человека условно можно выделить следующие уровни организации:

1 — организменный (организм человека как единое целое);
2 — системоорганный (системы органов);
3 — органный (органы);
4 — тканевый (ткани);
5 — клеточный (клетки);
6 — субклеточный (клеточные органеллы и корпускулярно-фибриллярно-мембранные структуры).

Следует отметить, что в представленной структурной организации тела человека прослеживается четкая соподчиненность. Организменный, системоорганный и органный уровни строения тела человека являются анатомическими объектами исследования; тканевый, клеточный и субклеточный — объектами гистологических, цитологических и ультраструктурных исследований.

КЛЕТКА

Изучение структурной организации тела человека целесообразно начинать с простейшего морфологического уровня — клеточного, основным элементом которого является клетка. Тело взрослого

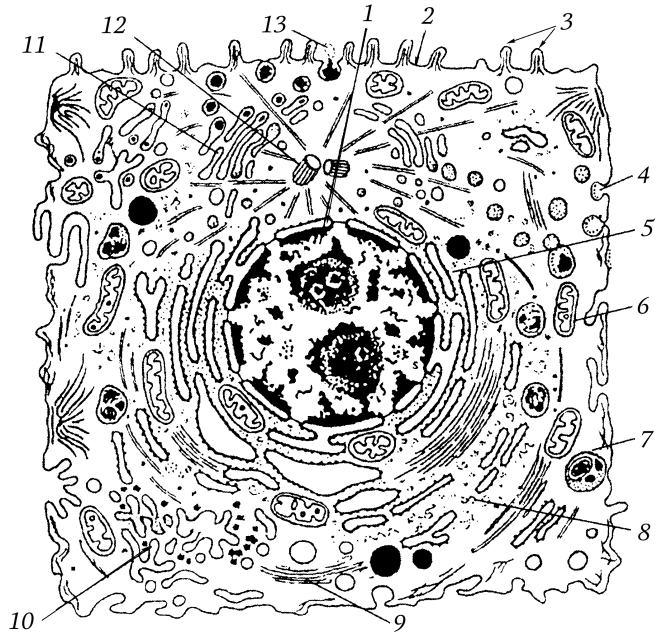


Рис. 2. Схема микроскопического строения животной клетки:

1 — ядро; *2* — плазмолемма; *3* — микроворсинки; *4* — эндоцитозные вакуоли; *5* — гранулярная эндоплазматическая сеть; *6* — митохондрия; *7* — лизосомы; *8* — рибосомы; 9 — микрофиламенты; 10 — агранулярная эндоплазматическая сеть; *11* — комплекс Гольджи; *12* — центриоль и микротрубочки; *13* — выделение гранул секрета

человека состоит из огромного количества клеток (примерно 10^{12}—10^{14}). Клетка является элементарной структурной, функциональной и генетической единицей всех живых организмов. Она была открыта Р. Гуком в 1665 г. Форма и размеры клеток варьируют, однако существуют общие принципы их строения (рис. 2).

Любая клетка имеет клеточную мембрану — плазмолемму (цитолемму), которая отделяет ее от внеклеточной среды или окружающих клеток. Молекулярную основу плазмолеммы составляют два слоя фосфолипидов со встроенными в них белками, которые выполняют функцию белковых насосов и рецепторов.

Важнейшими функциями плазмолеммы являются:

1) пограничная — отграничение цитоплазмы от окружающей среды и взаимодействие с ней;

2) формообразующая — обеспечение определенных пространственно-объемных характеристик;

3) биотрансформирующая — обеспечение биохимических превращений поступающих в клетку веществ, в том числе и лекарственных;

4) транспортная — перенос через мембрану веществ, необходимых для поддержания постоянства внутренней среды;

5) рецепторная — способность к избирательному взаимодействию с определенными химически активными веществами (гормоны, медиаторы и др.).

Каждая клетка кроме оболочки, состоит из двух основных компонентов — ядра и цитоплазмы. Ядро окружено ядерной оболочкой — кариолеммой (нуклеолеммой). Она отделяет ядро от цитоплазмы, выполняя формообразующую и транспортную функции. Ядро заполнено ядерным соком — кариоплазмой, в состав которой входят белки, необходимые для синтеза нуклеиновых кислот. Ядро осуществляет хранение, передачу и реализацию генетической информации, регулирует жизнедеятельность клетки. Основной единицей хранения генетической информации является хроматин, состоящий из комплекса ДНК, формирующих 46 хромосом.

Цитоплазма участвует в процессах метаболизма и поддержания постоянства внутренней среды клетки. Она содержит постоянно присутствующие структуры — органеллы (органоиды), которые специализированы на выполнении определенных функций, а также временные компоненты — включения, образованные в результате накопления продуктов метаболизма. Различают органеллы общего назначения и специализированные. В свою очередь, органеллы общего назначения по наличию мембраны классифицируют на мембранные и немембранные. К мембранным органеллам относят: эндоплазматическую сеть, комплекс Гольджи, лизосомы и пероксисомы, вакуоли, митохондрии; немембранными являются: рибосомы, клеточный центр, микротрубочки и микрофиламенты, реснички (табл. 1).

Таблица 1

Классификация органелл

Органеллы общего назначения		Специализированные органеллы
Мембранные	Немембранные	
Эндоплазматическая сеть Комплекс Гольджи Лизосомы и пероксисомы Вакуоли Митохондрии	Рибосомы Клеточный центр Микротрубочки и микрофиламенты Реснички	Микроворсинки эпителия тонкой кишки Микротрубочки вкусовых луковиц Реснички мерцательного эпителия дыхательных путей Миофибриллы скелетных мышц

Эндоплазматичекая сеть (ЭПС) обеспечивает синтез липидов, углеводов и белков, является главным депо ионов Ca^{2+}, обеспечивает транспорт веществ внутри клетки. Выделяют две разновидности ЭПС: гранулярную (шероховатую) и агранулярную (гладкую). На наружной поверхности мембраны агранулярной сети отсутствуют рибосомы, поэтому она имеет гладкую форму.

Пластинчатый комплекс (комплекс Гольджи) синтезирует полисахариды и гликопротеины, обеспечивает химическую доработку секрета и его транспорт за пределы клетки, а также обеспечивает усложнение структуры белка, синтезированного ЭПС.

Лизосомы и пероксисомы осуществляют переваривание поглощенных клетками веществ, а также расщепление биогенных макромолекул. Они содержат ферменты, обеспечивающие метаболизм различных веществ, в том числе чужеродных (включая лекарственные), и обезвреживание токсичных продуктов протекающих биохимических реакций.

Вакуоли обеспечивают хранение различных веществ. Митохондрии участвуют в генерации и аккумуляции энергии. Рибосомы синтезируют белки. Клеточный центр принимает участие в делении клеток. Микротрубочки обеспечивают поддерживающую функцию; микрофиламенты выполняют сократительную функцию, принимают участие в образовании межклеточных контактов.

Кроме органелл общего назначения существуют специализированные. Например, микроворсинки клеток эпителия тонкой кишки способствуют процессам всасывания; микротрубочки рецепторных клеток вкусовых луковиц языка участвуют в кодировании информации о свойствах пищевых веществ; реснички клеток мерцательного эпителия трахеи и бронхиального дерева обеспечивают дренажную функцию дыхательных путей; акросома сперматозоида играет важную роль в механизме оплодотворения.

Кроме того, в клетке имеются не обязательные элементы — включения. Их разделяют на трофические — питательные (капли жира, гликоген); секреторные (гормоны, биологически активные вещества); экскреторные, подлежащие удалению (мочевина); пигментные — эндогенные, или внутренние (меланин), и экзогенные — поступившие снаружи (пыль, красители в татуировках).

Одним из важных свойств клетки является размножение. Соматические клетки делятся путем митоза, половые — мейоза. В результате митоза клетка получает полный (диплоидный) набор хромосом — 23 пары. В результате мейоза в половых клетках остается половинный (гаплоидный) набор хромосом.

Время существования клетки от одного деления до другого или от деления до гибели называют клеточным циклом. Он состоит из нескольких периодов:

1 — фаза деления (М);
2 — пресинтетический период (G_1) — происходит накопление различных веществ;
3 — синтетический период (S) — происходит образование питательных веществ, удвоение генетического материала;
4 — постсинтетический период (G_2) — клетка готовится к делению.

Химический состав клетки

В состав клетки входит около 70 химических элементов периодической системы Д. И. Менделеева. В животной клетке около 98 % массы составляют четыре элемента: водород, кислород, углерод и азот, которые относят к макроэлементам (табл. 2). Кроме них в клетке присутствуют элементы в десятых и сотых долях процента: натрий, калий, кальций, хлор, фосфор, сера, железо и магний — макро-микроэлеметы. Каждый из них выполняет важную функцию в клетке. Например, ионы натрия, калия и хлора обеспечивают проницаемость клеточных мембран для различных веществ и проведение импульса по нервному волокну. Кальций и фосфор участвуют в формировании костной ткани, кроме того кальций принимает участие в свертывании крови. Железо входит в состав гемоглобина эритроцитов, магний находится в ряде ферментов.

Остальные элеметы (цинк, медь, йод, фтор и др.) содержатся в очень малых количествах — в общей сложности до 0,02 % — микроэлементы. В специализированных клетках они участвуют в образовании ферментов, гормонов и биологически активных веществ: цинк входит в состав гормона поджелудочной железы — инсулина; йод — компонент гормонов щитовидной железы. Все химические элементы находятся в организме в виде ионов или входят в состав различных неорганических и органических соединений.

Таблица 2

Химический состав животной клетки

Химическое соединение	Доля от общей массы клетки, %
Вода	70
Неорганические ионы	1
Белки	18
РНК и ДНК	1,5
Липиды	5
Полисахариды	2
Низкомолекулярные продукты обмена веществ	2,5

ТКАНИ

Клетки в организме не могут существовать изолированно, взаимодействуя друг с другом и с межклеточным веществом, они формируют ткани.

Ткань — это интеграция клеток и межклеточного вещества, специализирующихся на выполнении определенных функций. В ряде случаев клетки, составляющие ткань, характеризуются общностью происхождения и строения. Межклеточное вещество — это совокупный продукт деятельности клеток, содержание, состав и физико-химические свойства которого служат характерным признаком каждой ткани. Основным компонентом ткани являются клетки, но в ряде случаев межклеточное вещество может играть функционально более важную роль, обеспечивая, например, механическую прочность кости или хряща.

Различают четыре основные морфофункциональные группы тканей: эпителиальные, соединительные, мышечные и нервную. Каждая группа тканей имеет несколько разновидностей. Основные из них представлены в табл. 3.

Таблица 3

Основные виды тканей

Эпителиальные	Соединительные	Мышечные	Нервная
По функции: покровный эпителий; железистый эпителий; сенсорный эпителий По количеству слоев: однослойный; многослойный По форме клеток: плоский; кубический; цилиндрический	Собственно соединительные ткани: рыхлая; плотная Скелетные соединительные ткани: хрящевые (гиалиновый, эластический и волокнистый хрящи); костные Ткани со специальными свойствами: жировая ткань; кровь, лимфа и кроветворные ткани	Гладкая мышечная ткань Поперечно-полосатая мышечная ткань: скелетная; сердечная	Собственно нервная ткань Нейроглия

Эпителиальные ткани

Эпителиальные ткани (эпителии) осуществляют, преимущественно, пограничную или покровную, и секреторную функции. Находясь на границе между тканями тела и внешней средой, они выпол-

няют защитную или барьерную функцию. Через них происходит обмен веществ между организмом и внешней средой. Эпителий состоит из тесно сомкнутых друг с другом эпителиальных клеток определенной формы, располагающихся в один или несколько слоев на базальной мембране. Он покрывает поверхность тела и выстилает изнутри полые органы, являясь составной частью слизистых оболочек полых органов. Эпителиальные ткани образуют многочисленные железы, которые выделяют различные секреты.

Эпителий по функции подразделяют на железистый, покровный и сенсорный. Железистый эпителий формирует эпителиальную выстилку слизистых оболочек внутренних органов и крупные железы; покровный эпителий образует поверхностный слой кожи — эпидермис; сенсорный (чувствительный) эпителий входит в состав некоторых специализированных рецепторов органов чувств. По форме клеток, образующих эпителиальные ткани, выделяют плоский, кубический и цилиндрический эпителий. По количеству слоев эпителий классифицируют на однослойный и многослойный. Многослойные плоские эпителии в зависимости от наличия или отсутствия рогового слоя подразделяют на ороговевающий эпителий или неороговевающий эпителий.

Соединительные ткани

Соединительные ткани широко распространены в организме человека. Они выполняют, прежде всего, механические связующие функции, соединяя друг с другом различные структуры, образуют внутреннюю среду организма и участвуют в поддержании ее постоянства. Они характеризуются выраженным преобладанием межклеточного вещества над клеточными элементами.

К соединительной ткани относят собственно соединительную ткань; скелетные соединительные ткани, а также соединительную ткань со специальными свойствами.

Собственно соединительная ткань кроме клеток и межклеточного вещества содержит ретикулярные, коллагеновые и эластические волокна. Она включает в себя рыхлую соединительную ткань (покрывает снаружи мышцы и внутренние органы) и плотную соединительную ткань (сухожилия, связки). Коллагеновые волокна отличаются высокой механической прочностью и составляют основу плотной соединительной ткани. Эластические волокна по механическим свойствам менее прочные, они способны растягиваться, а после прекращения действия силы возвращаться к исходной длине и толщине.

Скелетные соединительные ткани включают хрящевые и костные ткани. Хрящевая ткань в свою очередь подразделяется на

эластический хрящ (ушная раковина), фиброзный (межпозвоночные диски) и гиалиновый (суставной) хрящи.

Костные ткани образуют скелет, защищающий внутренние органы от повреждений, входящий в локомоторный аппарат (передвижение) и являющийся депо минеральных веществ в организме. Костная ткань образована костными клетками и обызвествленным (пропитанным минеральными веществами, преимущественно кальцием) межклеточным веществом. Различают следующие костные клетки: остеобласты, остеоциты и остеокласты. *Остеобласты* — это юные, активно делящиеся костные клетки, секретирующие неминерализованное межклеточное вещество и обеспечивающие его обызвествление. *Остеоциты* — основной тип клеток зрелой костной ткани. Они образуются из остеобластов и обеспечивают поддержание постоянного состава костного матрикса (межклеточного вещества). *Остеокласты* — многоядерные гигантские клетки, осуществляющие разрушение костной ткани. Их количество увеличивается в старческом возрасте и при ряде заболеваний, что приводит к остеопорозу (разрежению) костной ткани.

Своеобразными формами соединительной ткани являются жировая ткань, кровь и лимфа. **Жировая ткань** представляет собой особую разновидность соединительной ткани, в которой основной объем занимают жировые клетки — адипоциты, способные накапливать жир. Она у взрослого человека образует поверхностные (подкожная жировая клетчатка) и глубокие (жировая клетчатка вокруг внутренних органов: почки, глазное яблоко) скопления.

Кровь и лимфа состоят из жидкой части и форменных элементов. Жидкая часть крови (плазма) представляет собой особое жидкое межклеточное вещество, содержащее питательные вещества, гормоны, растворенные газы и продукты метаболизма клеток. В плазме крови находятся форменные элементы крови — эритроциты, лейкоциты и тромбоциты. Форменными элементами лимфы являются лимфоциты, жидкая ее часть представлена интерстициальной (тканевой) жидкостью, близкой по своему составу к плазме крови. Кроветворные ткани располагаются в красном костном мозге (миелоидная ткань); в тимусе, лимфатических узлах, селезенке, минда линах (лимфоидная ткань).

Мышечные ткани

Мышечные ткани выполняют в организме сократительную функцию, которая осуществляется благодаря специальным органеллам — миофибриллам. Мышечные ткани существуют в форме гладкой и поперечнополосатой (скелетной и сердечной) мускулатуры.

Гладкая мышечная ткань находится в стенках внутренних органов, кровеносных и лимфатических сосудов, а также в составе протоков некоторых желез. Она состоит из клеток — гладких миоцитов.

Поперечнополосатая мышечная ткань составляет основу скелетных мышц и некоторых мышц в составе внутренних органов (мышц, обеспечивающих движения глазного яблока; мышц языка, глотки, гортани, верхней трети пищевода). Она состоит из поперечнополосатых мышечных волокон, которые обладают поперечной исчерченностью вследствие упорядоченного расположения нитей сократительных белков миофибрилл — актина и миозина. Особая форма мышечной ткани — поперечнополосатая мускулатура сердца, имеющая клеточное строение (кардиомиоциты).

Сокращение скелетных мышц осуществляется произвольно, по желанию человека. Сокращения гладких мышц и сердечной мышцы не подчиняются воле человека. Эти мышцы являются непроизвольными.

Нервная ткань

Нервная ткань играет в организме регуляторно-интегративную роль, так как именно ее деятельность регулирует функцию отдельных органов и систем органов, объединяя их в единую целостную систему. Нервная ткань включает собственно нервную ткань, представленную нервными клетками, и нейроглию, представленную глиальными клетками.

Каждая нервная клетка имеет тело с ядром, особые включения, а также один или несколько отростков. Нервные клетки способны воспринимать раздражения из внешней или внутренней среды, трансформировать (преобразовывать) энергию раздражения в нервный импульс, проводить их, анализировать и интегрировать.

Нейроглия окружает нервные клетки (нейроциты), выполняя при этом разграничительную, опорную, трофическую и защитную функции. Клетки нейроглии существенно различаются по форме, размерам и взаимоотношениям с нервными клетками.

Регенерация тканей

Регенерация ткани — это процесс, обеспечивающий ее обновление в ходе нормальной жизнедеятельности (физиологическая регенерация) или восстановление после повреждения (репаративная регенерация). Репаративная регенерация осуществляется на основе тех же механизмов, что и физиологичекая, но происходящие процессы протекают более интенсивно. При полноценной регенерации

восстановление ткани происходит полностью за счет ее собственных клеток. При неполноценной регенерации восстановление массы и объема ткани полностью не происходит или она восстанавливается за счет разрастания соединительной ткани. При этом происходит формирование рубцов (склерозирование).

Регенерация происходит как на клеточном (клеточная регенерация), так и субклеточном (внутриклеточная регенерация) уровнях. Регенерация клеток осуществляется путем их митотического деления. Внутриклеточная регенерация обеспечивается за счет непрерывного обновления структурных компонентов клеток в физиологических условиях или после их повреждения.

ОРГАНЫ

Ткани не существуют изолированно. Они участвуют в построении органов. **Орган** — это часть человеческого тела, компонент определенной системы, построенный из различных тканей, одна из которых выполняет ведущую функцию. Например, печень состоит из различных видов тканей, но основной является эпителиальная, которая обеспечивает обезвреживание веществ, поступающих к печени от органов желудочно-кишечного тракта, и образование желчи.

Исчерпывающую классификацию органов предложить трудно, так как они существенно отличаются друг от друга по своему положению, форме, внешнему и внутреннему строению. Органы можно разделить на внутренние органы, органы системы опоры и движения и соматосенсорные органы (органы чувств и кожа). В свою очередь, среди внутренних органов различают полые и паренхиматозные органы. К системе органов опоры и движения принадлежат такие органы, как кости, связки и мышцы.

Все полые органы имеют общий план строения и состоят из трех оболочек: внутренней — слизистой, средней — мышечной, и наружной — адвентициальной или серозной. Адвентициальная оболочка представлена рыхлой соединительной тканью. Серозная оболочка (брюшина, плевра или перикард) также представлены соединительной тканью, поверхность которой выстлана особыми эпителиальными клетками — мезотелием. Паренхиматозные органы состоят из стромы — соединительной ткани, образующей его каркас, и паренхимы — основного вещества органа.

Таким образом, орган — это относительно обособленное анатомическое образование, способное выполнять определенную функцию (функции) в организме.

СИСТЕМЫ ОРГАНОВ

Система органов — это интеграция различных органов, объединенных выполнением общих функций. Различают следующие системы органов:

1) опоры и движения; 2) пищеварительная; 3) дыхательная; 4) сердечно-сосудистая; 5) мочеполовая; 6) эндокринная; 7) нервная; 8) покровная.

Основные системы органов могут включать подсистемы. Например, составными частями сердечно-сосудистой системы являются: сердце, артериальная, венозная, лимфатическая и микроциркуляторная системы.

Органы, входящие даже в одну систему, существенно различаются по своему строению. Например: в составе пищеварительной системы такие органы как зубы, язык, пищевод и печень совершенно различны по своей форме, положению, цвету, консистенции и внутреннему строению.

Однако большинство органов в составе одной системы имеют единый план строения. Так, в составе пищеварительной системы глотка, пищевод, желудок, тонкая и толстая кишки имеют общие принципы строения стенки, хотя для каждого из этих органов характерны свои особенности. Таким образом, система органов предусматривает прежде всего функциональное объединение органов.

ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА КАК ЕДИНОЕ ЦЕЛОЕ

Высшей иерархической формой в строении тела человека является интеграция систем органов. Она обеспечивает наиболее высокий уровень организации — организм как единое целое. Организм человека как живая биологическая система существует только благодаря непрерывному взаимодействию с окружающей средой. Человеческому организму как живой биологической системе присущи характерные свойства. Основные из них: обмен веществ, раздражимость, способность к росту, способность к размножению, подвижность, поддержание постоянства внутренней среды, пластичность и целостность.

Появление указанных свойств стало возможным только в результате интеграции структур на всех уровнях организации человеческого организма. Интеграция — это такое объединение, в результате которого рождается новое качество, более высокий уровень организации.

Различают 4 вида интеграции: механическую, гуморальную, химическую и нервную. В качестве механических интеграторов на тканевом уровне выступает межклеточное вещество и межклеточные контакты; на органном уровне — соединительная ткань; на системо-

органном — вспомогательные органы. Гуморальные интеграторы — это кровь и лимфа. Они выполняют интегративную роль на органном, системоорганном, и организменном уровнях. Химическая интеграция — это эндокринная регуляция, которая осуществляется гормонами, выделяемыми железами внутренней секреции. Гормоны оказывают свое интегративное действие на всех уровнях: клеточном, тканевом, органном, системоорганном и организменном. Высшим уровнем является нервная интеграция. Она обеспечивает координацию и регуляцию деятельности отдельных органов и систем организма и его приспособление к постоянно изменяющимся условиям внешней среды.

Таким образом, живой целостный организм человека — это живая биологическая система, обладающая способностью к саморазвитию, самовоспроизведению, саморегуляции и отличающаяся высокой пластичностью, подвижностью и устойчивостью.

Интегральной характеристикой внешней формы человеческого организма, как единой целостной системы, является телосложение.

Телосложение — это совокупность особенностей строения, формы, размеров и соотношения отдельных частей человеческого тела. Следовательно, при определении телосложения необходимо оценивать форму тела, пропорциональность его отдельных частей и правильное их строение.

Еще со времен Гиппократа различают три основных типа телосложения:

1. Астенический тип (долихоморфный), для которого характерны высокий рост, слабо развитые мускулатура и скелет, малое отложение жира.

2. Нормостенический (мезоморфный) тип характеризуется средним ростом, хорошо развитыми скелетом и мускулатурой, средне выраженными чертами лица, слабым отложением подкожного жира.

3. Гиперстенический тип (брахиморфный) характеризуется средним или низким ростом, короткой шеей и относительно большими размерами головы, короткими конечностями, широкой грудью и склонностью к отложению подкожного жира.

Телосложение имеет выраженные возрастные и половые особенности. В процессе роста организма происходит относительное уменьшение размеров головы, туловища и увеличение длины шеи и конечностей. Определенное соотношение пропорций тела характерно для каждой возрастной группы, начиная с момента рождения и заканчивая старостью.

Глава 2

СИСТЕМА ОРГАНОВ ОПОРЫ И ДВИЖЕНИЯ

Система органов опоры и движения представлена костями, их соединениями и мышцами. С ее деятельностью связана одна из важнейших функций всего организма — локомоторная, заключающаяся в перемещении частей тела относительно друг друга и перемещении тела в пространстве. Кости скелета и их соединения являются пассивной частью аппарата движения, а прикрепляющиеся к костям скелетные мышцы — активной.

Скелет у взрослого человека содержит, в среднем, 206 костей (рис. 3, 4). Кроме постоянных костей в зрелом возрасте могут быть непостоянные (сесамовидные) кости.

КОСТНАЯ СИСТЕМА

Кость — это орган, являющийся компонентом системы органов опоры и движения, имеющий типичную форму и строение, характерную архитектонику сосудов и нервов, состоящий, преимущественно, из костной ткани, покрытый снаружи надкостницей и содержащий внутри костный мозг.

Снаружи кость покрыта надкостницей, за исключением тех мест, где располагается суставной хрящ и прикрепляются сухожилия мышц или связки. Надкостница представляет собой тонкую, прочную пленку, построенную из плотной соединительной ткани, в которой располагаются кровеносные, лимфатические сосуды и нервы (рис. 5). Последние из надкостницы проникают в вещество кости. Надкостница играет большую роль в росте костей в толщину и ее питании.

У взрослого человека внутри большинства костей в ячейках между пластинками губчатого вещества расположен красный костный мозг; в костномозговой полости находится желтый костный мозг. Красный (кроветворный) костный мозг представляет собой однородную массу красного цвета, богатую кровеносными сосудами, форменными элементами крови и ретикулярной тканью. Общее количество красного костного мозга составляет около 1500 $см^3$. Желтый костный мозг представлен жировыми клетками.

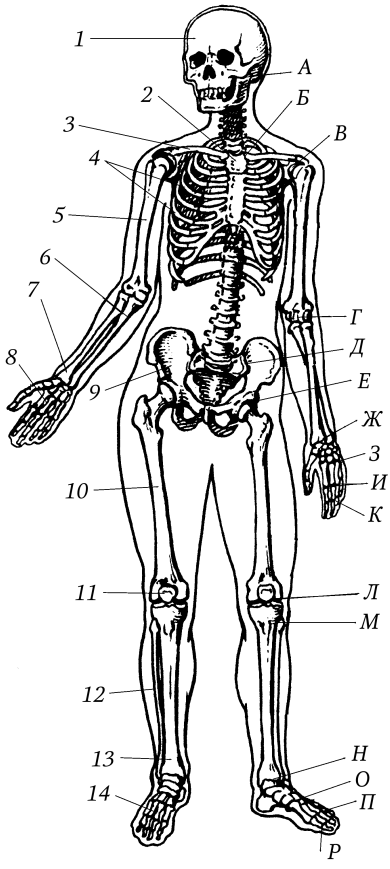


Рис. 3. Скелет человека (вид спереди):

1 — череп; *2* — грудина; *3* — ключица; *4* — ребра; *5* — плечевая кость; *6* — локтевая кость; *7* — лучевая кость; *8* — кости кисти; *9* — тазовая кость; *10* — бедренная кость; *11* — надколенник; *12* — малоберцовая кость; *13* — большеберцовая кость; *14* — кости стопы; *А* — височно-нижнечелюстной сустав; *Б* — грудино-ключичный сустав; *В* — плечевой сустав; *Г* — локтевой сустав; *Д* — крестцово-подвздошный сустав; Е — тазобедренный сустав; *Ж* — лучезапястный сустав; *З* — запястно-пястные суставы; *И* — пястно-фаланговые суставы; *К* — межфаланговые суставы; *Л* — коленный сустав; *М* — межберцовый сустав; *Н* — голеностопный сустав; *О* — предплюсне-плюсневые суставы; *П* — плюснефаланговые суставы; *Р* — межфаланговые суставы

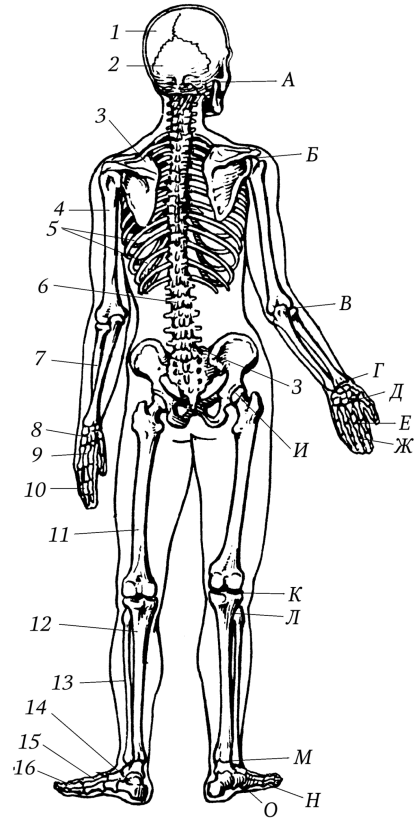


Рис. 4. Скелет человека (вид сзади):

1 — теменная кость; *2* — затылочная кость; *3* — лопатка; *4* — плечевая кость; *5* — ребра; *6* — позвонки; *7* — кости предплечья; *8* — кости запястья; *9* — кости пясти; *10* — фаланги пальцев; *11* — бедренная кость; *12* — большеберцовая кость; *13* — малоберцовая кость; *14* — кости предплюсны; *15* — кости плюсны; *16* — фаланги пальцев; *А* — височно-нижнечелюстной сустав; *Б* — плечевой сустав; *В* — локтевой сустав; *Г* — лучезапястный сустав; *Д* — запястно-пястные суставы; *Е* — пястно-фаланговые суставы; *Ж* — межфаланговые суставы; *З* — крестцово-подвздошный сустав; *И* — тазобедренный сустав; *К* — коленный сустав; *Л* — межберцовый сустав; *М* — голеностопный сустав; *Н* — плюснефаланговые суставы; *О* — предплюсне-плюсневые суставы

Классификация костей

В скелете человека выделяют кости туловища, конечностей и кости черепа. К костям туловища относят позвонки (свободные и сросшиеся), ребра и грудину. Кости верхней конечности классифицируют на кости пояса и кости свободного отдела. Кости нижней конечности также классифицируют на кости пояса и кости свободного отдела.

По форме и строению различают четыре вида костей туловища и конечностей: трубчатые, плоские, объемные и смешанные кости.

Трубчатые кости на распиле имеют полость. Они состоят из тела (диафиза) и двух концов — эпифизов (верхнего — проксимального, и нижнего — дистального). Между диафизом и эпифизами расположены метафизы. По величине трубчатые кости разделяют на длинные (плечевая, кости предплечья, ключица, бедренная, кости голени) и короткие (кости пясти, кости плюсны, кости пальцев).

Плоские кости на распиле представлены преимущественно однородной массой губчатого вещества. Они обширны по площади, но толщина их незначительна (тазовые кости, грудина, ребра). **Объемные** кости (у них все три размера примерно одинаковы) в большинстве случаев так же, как и плоские, на распиле содержат однородную массу губчатого вещества (кости запястья, кости предплюсны). **Смешанные** кости отличаются специфичностью и сложностью своей формы. В их составе встречаются элементы строения объемных и плоских костей (позвонки, крестец, копчик).

Кости черепа различаются по расположению, строению и развитию. По расположению их делят на кости мозгового черепа и кости лицевого черепа; кости мозгового черепа образуют крышу (свод) и основание черепа. Кости черепа имеют очень сложную внешнюю форму и внутреннее строение. В связи с этим можно выделить три вида костей черепа: 1 — кости, имеющие в своем составе диплоическое (губчатое) вещество — диплоические (теменная, затылочная,

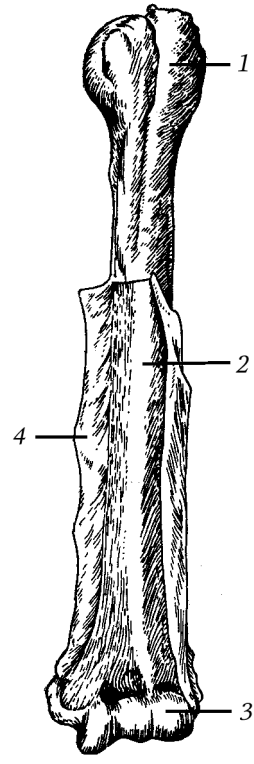


Рис. 5. Внешнее строение плечевой кости:

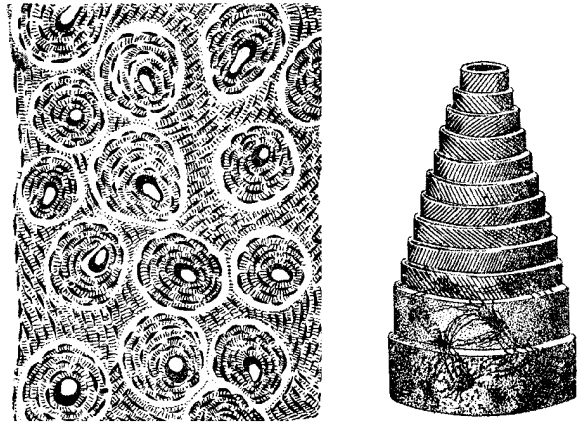
1 — проксимальный (верхний) эпифиз; *2* — диафиз (тело); *3* — дистальный (нижний) эпифиз; *4* — надкостница

лобная кости, нижняя челюсть); 2 — кости, содержащие воздушные полости — пневматизированные (височная, клиновидная, решетчатая, лобная кости и верхняя челюсть); 3 — кости, построенные преимущественно из компактного вещества — компактные (слезная, скуловая, нёбная, носовая кости, нижняя носовая раковина, сошник, подъязычная кость).

По развитию кости классифицируют на первичные — эндесмальные — развивающиеся на основе соединительной ткани и вторичные — энхондральные — развивающиеся на основе хряща. Особенности развития костей описаны ниже.

Внутреннее строение костей

Структурно-функциональной единицей кости является **остеон**, или Гаверсова система. Остеоны можно рассмотреть на гистологических микропрепаратах (рис. 6). Остеон представлен концентрически расположенными костными пластинками (Гаверсовыми), которые в виде цилиндров разного диаметра, вложенных друг в друга, окружают Гаверсов канал. В последнем проходят кровеносные сосуды и нервы. Остеоны состоят из костных клеток: остеобластов (юные, активно делящиеся клетки), остеоцитов (зрелые клетки) и остеокластов (участвуют в разрушении старых участков кости), межклеточного вещества (белок — оссеин, пропитанный минеральными веществами) и замурованных в межклеточное вещество пуч-



1 *2*

Рис. 6. Строение остеона:
1 — костная ткань; *2* — остеон (реконструкция)

ков коллагеновых волокон. Остеоны большей частью располагаются параллельно длиннику кости. Между остеонами располагаются вставочные или промежуточные пластинки, которые идут во всех направлениях. Вставочные пластинки представляют собой оставшиеся части подвергшихся разрушению старых остеонов.

На распиле кости можно видеть два вида костного вещества: компактное и губчатое (рис. 7). Компактное вещество, располагается снаружи и представлено сплошной костной массой. Костные пластинки в компактном веществе располагаются очень близко друг к другу. Компактное вещество в виде тонкой пластинки покрывает эпифизы трубчатых и плоских костей. Полностью из компактного вещества построены диафизы трубчатых костей.

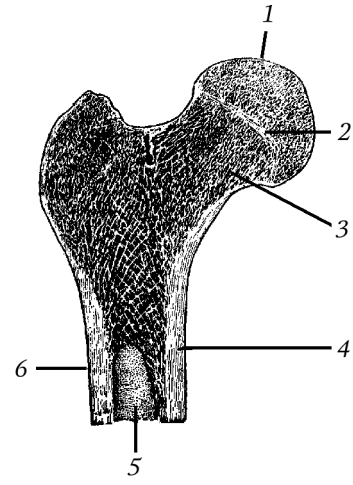


Рис. 7. Внутреннее строение проксимального эпифиза бедренной кости:
1 — проксимальный (верхний) эпифиз; *2* — метафиз; *3* — губчатое вещество; *4* — компактное вещество; *5* — костномозговая полость; *6* — диафиз (тело)

Губчатое вещество представлено редко расположенными костными пластинками, в ячейках между которыми содержится красный костный мозг. Из губчатого вещества построены эпифизы трубчатых костей, тела позвонков, ребра, грудина, тазовые кости и ряд костей кисти и стопы. Компактное вещество у этих костей образует лишь поверхностный слой, расположенный под надкостницей. Пластинки губчатого вещества в каждой кости располагаются строго упорядоченно. Они совпадают с направлением сил наибольшего сжатия и растяжения.

Химический состав кости и ее свойства

Химический состав кости зависит от состояния исследуемой кости, возрастных и индивидуальных особенностей. Кость взрослого человека содержит: 50 % — воды; 15,75 % — жира; 12,25 % — органических веществ и 22 % — неорганических веществ.

Неорганическое вещество представлено преимущественно солями кальция в виде субмикроскопических кристаллов гидроксиапатита. С помощью электронного микроскопа установлено, что оси кристаллов идут параллельно костным волокнам.

Органическое вещество кости носит название оссеина. Это белок, представляющий собой разновидность коллагена и образую-

щий основное вещество кости. Содержится оссеин в составе костных клеток — остеоцитов. Переплетение волокон органического и неорганического веществ придает костной ткани особые свойства: прочность и упругость.

Если обработать кость кислотой, т. е. произвести декальцинацию, то минеральные соли удаляются. Такая кость, состоящая только из одного органического вещества, сохраняет все детали формы и отличается чрезвычайной гибкостью и эластичностью. При удалении органического вещества путем сжигания кости эластичность теряется, оставшиеся минеральные вещества делают кость хрупкой.

Количественное отношение органического и неорганического веществ в костях зависит прежде всего от возраста и может меняться под влиянием различных причин (климатические условия, питание, заболевания). У детей кости гораздо беднее минеральными веществами (неорганическими), поэтому отличаются большей гибкостью и меньшей твердостью. У пожилых людей, наоборот, уменьшается количество органических веществ; кости в этом возрасте становятся более хрупкими и часто возникают переломы.

Прочность кости у здорового взрослого человека больше, чем прочность некоторых строительных материалов, она такая же, как у чугуна. Например, большеберцовая кость выдерживает нагрузку при сжатии 1650 Н/см^2, что может сравниться с грузом, равным массе тел более чем 20 человек. Таким образом, механические свойства кости — прочность и упругость — обусловлены оптимальной комбинацией содержащихся органических и неорганических веществ.

При старении в различных частях скелета происходит разрежение кости — остеопороз. В трубчатых костях отмечается рассасывание кости на внутренней поверхности диафиза, в результате чего расширяется костномозговая полость. Вместе с этим наблюдается отложение солей кальция и развитие костной ткани на внешней поверхности костей, под надкостницей. Нередко в местах прикрепления связок и сухожилий, а также по краям суставных поверхностей формируются костные выросты — остеофиты. При этом происходит нарушение микроструктуры костной ткани, приводящее к повышению хрупкости и увеличению риска перелома костей. Это состояние чаще встречается у женщин пожилого возраста в связи с изменениями гормонального фона, особенно в постменопаузальном периоде.

Начиная с 30—40 лет, потеря костной ткани у женщин составляет 1 % в год. После наступления менопаузы она составляет 3—5 % в год. Следовательно, вероятность развития остеопороза увеличивается пропорционально возрасту.

Тормозят вымывание кальция из костей женские половые гормоны (эстрогены). Однако в климактерический и постклимактерический периоды жизни женский организм перестает вырабатывать эстрогены, и происходит ускоренная потеря костного вещества.

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, проблема остеопороза как причины инвалидизации и смертности больных от переломов костей занимает 4 место среди неинфекционных заболеваний, уступая лишь заболеваниям сердечно-сосудистой системы, онкологической патологии и сахарному диабету. На сегодняшний день остеопороз является самым распространенным заболеванием костной ткани, причем у женщин он встречается в два раза чаще, чем у мужчин.

Состояние костной ткани зависит от ряда факторов: наследственность, эндокринный статус, двигательная активность, особенности диеты, прием гормональных препаратов, наличие сопутствующих хронических заболеваний, нарущающих обмен веществ, в том числе и обмен кальция. Необходимая суточная доза кальция составляет примерно 1200—1500 мг для взрослых людей.

Развитию остеопороза способствует курение. Ухудшает усвоение кальция злоупотребление алкоголем. Отсутствие физической нагрузки и сидячая работа также усугубляют данный процесс. Известно, что если человек полностью обездвижен, то за год он теряет 50 % прочности скелета. В то же время в современном мире большинство профессиональных видов деятельности не требуют физической нагрузки и стали «сидячими».

Многие считают, что остеопороз — болезнь пожилых. Действительно, у пожилых людей нередко наблюдается так называемый старческий остеопороз. Главную роль в его развитии играют не изменения гормонального фона, а ухудшение всасывания кальция в кишечнике и дефицит полезных для костной ткани веществ. К большому сожалению, остеопороз в настоящее время существенно «помолодел». По-видимому, это связано с изменением образа жизни современного человека и наличием вредных привычек.

Особое внимание здоровому питанию должны уделять молодые женщины, поскольку при беременности и грудном вскармливании требуется дополнительное количество кальция. Если в крови женщины не содержится необходимое количество этого минерала, то дополнительным источником становится резорбируемый кальций из костей и зубов, что в конечном итоге приводит к их разрушению.

Для профилактики остеопороза рекомендуется включать в дневной рацион пищу, содержащую кальций. Его достаточно много в молочных продуктах, особенно в твороге. При прогрессирующем остеопорозе назначают фармакологические препараты.

Развитие костей

Развитие костей может осуществляться двумя способами: на основе соединительной ткани и на основе хряща. Кости, формирующиеся на основе соединительной ткани, называют первичными. К ним относят кости крыши черепа, кости лицевого черепа.

Кости, развивающиеся на основе хряща, называют вторичными, так как они проходят соединительнотканную, хрящевую и костную стадии. Ко вторичным костям относят кости основания черепа, кости туловища и конечностей.

Функции скелета

1. Кости туловища и конечностей выполняют опорную функцию для мягких тканей (мышц, связок, фасций, внутренних органов).

2. Большинство костей являются рычагами.

3. К костям прикрепляются мышцы, которые обеспечивают локомоторную функцию (перемещение тела в пространстве).

4. Скелет человека является антигравитационной конструкцией, которая противодействует силе земного притяжения.

5. Кости черепа, туловища и тазовые кости выполняют функцию защиты от возможных повреждений для жизненно важных органов, крупных сосудов и нервных стволов (череп — вместилище для головного мозга, органа зрения, органа слуха и равновесия; в позвоночном канале располагается спинной мозг; грудная клетка защищает сердце, легкие, крупные сосуды и нервы; кости таза предохраняют от повреждений такие органы, как прямая кишка, мочевой пузырь и внутренние половые органы).

6. Большинство костей содержат внутри красный костный мозг, который является органом кроветворения, а также органом иммунной системы.

7. Кости принимают участие в минеральном обмене — в них депонируются многочисленные химические элементы, преимущественно соли кальция и фосфора.

Кости туловища

К костям туловища относят: позвонки (32—34), ребра (12 пар) и грудину. Различают шейные позвонки (7), грудные позвонки (12) и поясничные позвонки (5), которые не срастаются между собой, поэтому их называют свободными. Крестцовые позвонки (5) и копчиковые позвонки (3—5) срастаются в отдельные кости — их называют сросшимися.

Позвонок состоит из трех основных частей: тела, дуги и отростков (рис. 8). Между телом и дугой расположено отверстие позвонка — при соединении позвонков формируется позвоночный (спинномозговой) канал. В нем расположен спинной мозг. У места прикрепления дуги к телу находятся позвоночные вырезки, при соединении которых формируется межпозвоночное отверстие, являющееся местом выхода спинномозгового нерва.

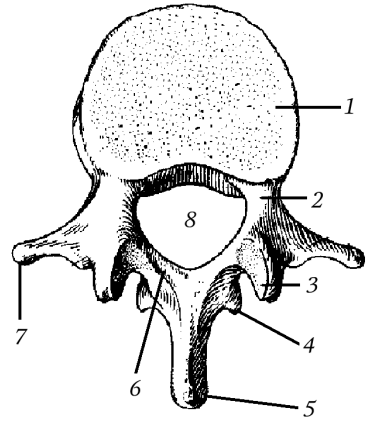


Рис. 8. Поясничный позвонок:

1 — тело позвонка; *2* — верхняя позвоночная вырезка; *3* — верхний суставной отросток; *4* — нижний суставной отросток; *5* — остистый отросток; *6* — дуга позвонка; *7* — поперечный отросток; *8* — отверстие позвонка

Отростки позвонков разделяют на парные и непарные. Непарный отросток — остистый — ориентирован назад и доступен прощупыванию через кожу. Парными отростками являются поперечные и две пары суставных — верхние и нижние. При соединении последних между собой образуются межпозвоночные суставы.

Шейные позвонки отличаются тем, что в их поперечном отростке находится отверстие для прохождения позвоночной артерии и позвоночной вены. При этом III—VII позвонки являются типичными (обычными), а I и II — атипичными. I шейный позвонок — атлант, соединяется с затылочной костью; он не имеет тела. II шейный позвонок — осевой — на теле имеет вырост — зуб. Это переместившееся в процессе развития тело I шейного позвонка.

Характерной отличительной чертой грудных позвонков является наличие реберных ямок (следы прикрепления ребер) на теле и поперечных отростках. При этом у XI и XII грудных позвонков такие ямки есть только на теле; по своей форме они напоминают поясничные позвонки.

Поясничные позвонки не имеют четких отличительных признаков, но они являются наиболее массивными из всех свободных позвонков.

Крестец образован пятью сросшимися позвонками. Внутри него расположен крестцовый канал. В крестце различают: основание (соединяется с V поясничным позвонком) и верхушку (соединяется с копчиком), а также боковые части, на которых есть суставная поверхность для соединения с тазовой костью. Также у крестца выделяют переднюю (тазовую) и заднюю (дорсальную) поверхности —

на обеих поверхностях расположены отверстия для выхода нервов крестцового сплетения.

Копчик образуется в результате срастания 3—5 позвонков. Он направлен вниз и несколько кпереди по отношению к крестцу. У женщин в процессе родов он отклоняется назад, увеличивая выход из таза.

Грудина — плоская кость, состоящая из рукоятки, тела и мечевидного отростка (рис. 9). На рукоятке грудины есть вырезки для присоединения ключицы и ребер, на теле также имеются реберные вырезки. Мечевидный отросток чаще заострен, нередко он раздвоен.

Ребра вместе с грудиной и грудными позвонками ограничивают грудную клетку. Всего их 12 пар. Из них первые 7 пар непосредственно прикрепляются к грудине — их называют истинными. 8—10 пары прикрепляются к грудине посредством хрящевой дуги — их называют ложными. Последние две пары заканчиваются в мягких тканях — это колеблющиеся ребра. У ребра выделяют головку, которая служит для прикрепления к позвонкам, суженную часть —

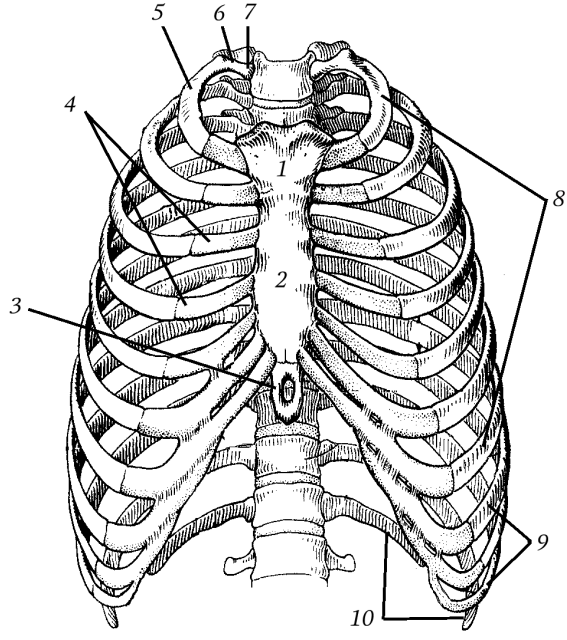


Рис. 9. Грудная клетка. Вид спереди:

1 — рукоятка грудины; *2* — тело грудины; *3* — мечевидный отросток; *4* — реберный хрящ; *5* — тело ребра; *6* — шейка ребра; *7* — головка ребра; *8* — истинные ребра; *9* — ложные ребра; *10* — колеблющиеся ребра

шейку и тело. По нижнему краю тела проходит борозда ребра, в которой расположены межреберные сосуды и нерв.

Кости верхней конечности

Кости верхней конечности подразделяют на кости пояса и кости свободного отдела. Костями пояса являются лопатка и ключица, остальные кости относят к свободному отделу.

Лопатка — плоская кость, которая прикрепляется к грудной клетке при помощи мышц. В ней различают переднюю и заднюю поверхности, три края и три угла. Передняя поверхность лопатки вогнута и образует подлопаточную ямку. Задняя поверхность лопатки разделена остью на две ямки: надостную и подостную. Ость лопатки заканчивается выростом — акромиальным отростком. К нему прикрепляется ключица (рис. 10). В области наружного угла лопатки расположена суставная впадина, которая служит для сочленения с плечевой костью. Над ней расположен клювовидный отросток.

Ключица — короткая трубчатая кость, имеющая *S*-образную форму. Различают тело ключицы, а также грудинный и акромиальный концы — для соединения с соименными костными структурами.

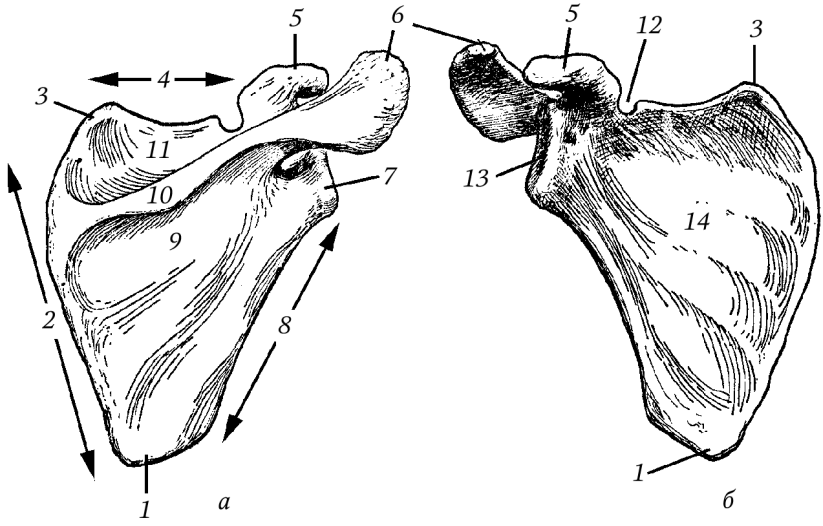


Рис. 10. Лопатка (правая): *а* — вид сзади; *б* — вид спереди:
1 — нижний угол; *2* — медиальный край; *3* — верхний угол; *4* — верхний край; *5* — клювовидный отросток; *6* — акромион; *7* — латеральный угол; *8* — латеральный край; *9* — подостная ямка; *10* — ость лопатки; *11* — надостная ямка; *12* — вырезка лопатки; *13* — суставная впадина; *14* — подлопаточная ямка

К костям свободного отдела верхней конечности относят плечевую кость, кости предплечья и кости кисти.

Плечевая кость является длинной трубчатой костью. В ней выделяют верхний (проксимальный) эпифиз, тело (диафиз) и нижний (дистальный) эпифиз. На проксимальном эпифизе расположена головка плечевой кости (соединяется с лопаткой), а также большой и малый бугорки (рис. 11). Между ними находится межбугорковая борозда, в которой проходит сухожилие двуглавой мышцы плеча. Головку плечевой кости окаймляет анатомическая шейка. Прокси-

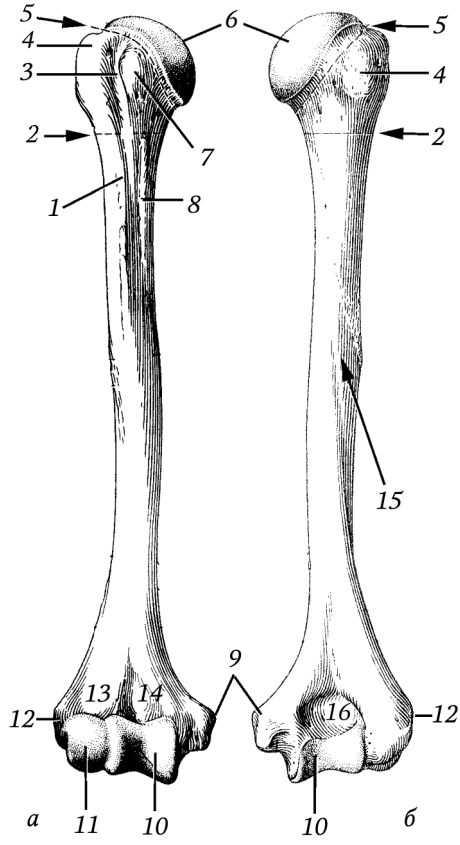


Рис. 11. Плечевая кость (правая): *а* — вид спереди; *б* — вид сзади:

1 — гребень большого бугорка; *2* — хирургическая шейка; *3* — межбугорковая борозда; *4* — большой бугорок; *5* — анатомическая шейка; *6* — головка; *7* — малый бугорок; *8* — гребень малого бугорка; *9* — медиальный надмыщелок; *10* — блок плечевой кости; *11* — головка мыщелка плечевой кости; *12* — латеральный надмыщелок; *13* — венечная ямка; *14* — локтевая ямка; *15* — борозда лучевого нерва; *16* — локтевая ямка

мальный эпифиз постепенно суживается и у места перехода в тело образуется хирургическая шейка — место наиболее частых переломов плечевой кости. На теле плечевой кости располагается дельтовидная бугристость — для прикрепления одноименной мышцы, а на задней поверхности проходит борозда лучевого нерва. Дистальный эпифиз имеет мыщелок. Последний состоит из блока — для прикрепления локтевой кости, и головки мыщелка — для соединения с лучевой костью. На задней поверхности мыщелка имеется хорошо заметное углубление — локтевая ямка, на передней — менее выраженные венечная и лучевая ямки. По сторонам от мыщелка проходят наружный (латеральный) и внутренний (медиальный) надмыщелки.

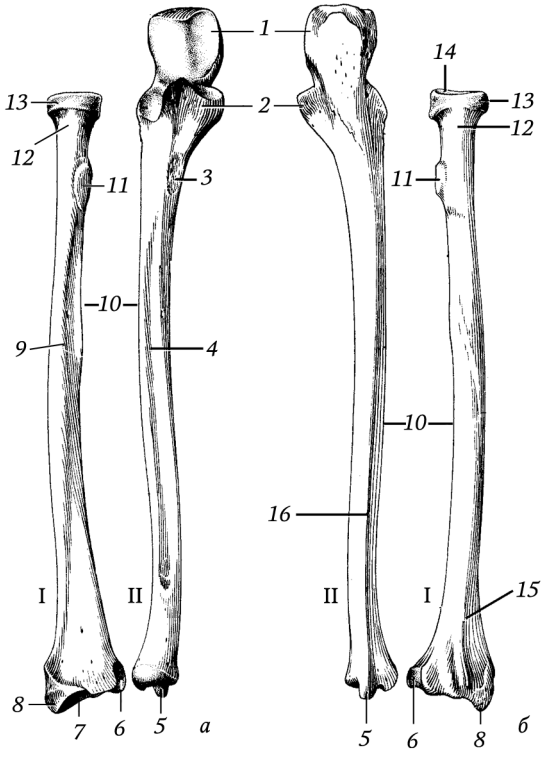


Рис. 12. Кости предплечья (правые): *а* — вид спереди; *б* — вид сзади:
I — лучевая кость; II — локтевая кость; *1* — локтевой отросток; *2* — венечный отросток; *3* — бугристость локтевой кости; *4* — передний край локтевой кости; *5* — шиловидный отросток локтевой кости; *6* — локтевая вырезка лучевой кости; *7* — запястная поверхность; *8* — шиловидный отросток лучевой кости; *9* — передний край лучевой кости; *10* — межкостный край; *11* — бугристость лучевой кости; *12* — шейка лучевой кости; *13* — суставная окружность; *14* — ямка головки лучевой кости; *15* — задний край лучевой кости; *16* — задний край локтевой кости

К костям предплечья относят лучевую и локтевую кости (рис. 12).

Лучевая кость расположена с наружной (латеральной) стороны — со стороны большого пальца. Как у любой длинной трубчатой кости в ней различают проксимальный и дистальный эпифизы и тело. На проксимальном эпифизе расположена головка, включающая в себя суставную окружность и ямку лучевой кости. У места перехода головки в тело расположена шейка лучевой кости. На теле различают три поверхности и три края. Наиболее выражен острый межкостный край. На дистальном эпифизе расположена запястная суставная поверхность (для соединения с костями кисти) и шиловидный отросток. Перелом лучевой кости наиболее часто происходят в нижней ее трети.

Локтевая кость расположена с внутренней (медиальной) стороны — со стороны мизинца. Она также состоит из проксимального и дистального эпифизов и тела. На проксимальном эпифизе находятся локтевой и венечный отростки, которые ограничивают блоковую вырезку. Последняя служит для соединения с блоком плечевой кости. На теле есть три поверхности и три края. Острый межкостный край направлен в сторону лучевой кости. Дистальный эпифиз представлен головкой локтевой кости и шиловидным отростком.

В скелете кисти различают три отдела: кости запястья, кости пясти и фаланги пальцев (рис. 13).

Кости запястья (8) лежат в два ряда. Проксимальный (верхний) ряд образуют ладьевидная, полулунная, трехгранная и гороховидная кости. Дистальный (ниж-

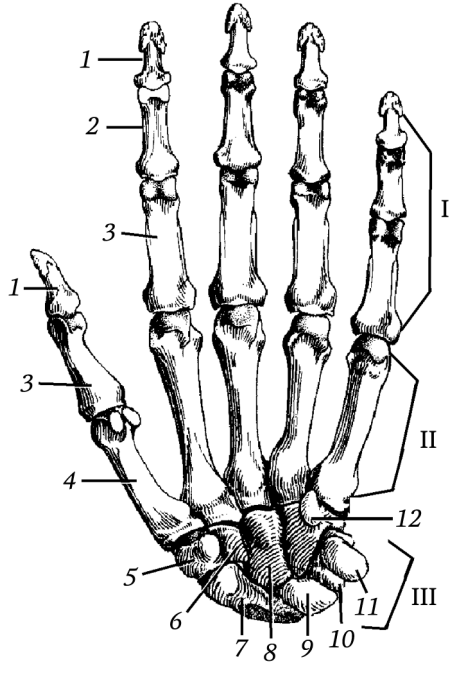


Рис. 13. Кости кисти. Вид спереди:
I — фаланги пальцев; II — кости пясти; III — кости запястья; *1* — дистальная (ногтевая) фаланга; *2* — средняя фаланга; *3* — проксимальная фаланга; *4* — I пястная кость; *5* — кость-трапеция; *6* — трапециевидная кость; *7* — ладьевидная кость; *8* — головчатая кость; *9* — полулунная кость; *10* — трехгранная кость; *11* — гороховидная кость; *12* — крючковидная кость

ний) ряд представлен костью-трапецией, трапециевидной, головчатой и крючковидной костями. Эти кости являются объемными.

Кости пясти — короткие трубчатые, своим основанием они соединяются с дистальным рядом костей запястья, а головкой — с фалангами пальцев. Кости II—V пальцев представлены проксимальной, средней и дистальной (ногтевой) фалангами. Скелет большого пальца образован проксимальной и ногтевой фалангами.

Кости нижней конечности

Кости нижней конечности подразделяют на кости пояса и кости свободного отдела. Костями пояса являются тазовые кости, остальные кости относят к свободному отделу.

Тазовая кость образуется при срастании трех костей: подвздошной, лобковой и седалищной. Подвздошная кость состоит из тела и крыла; лобковая кость представлена телом и двумя ветвями: верхней и нижней; у седалищной кости различают тело и ветвь, ме-

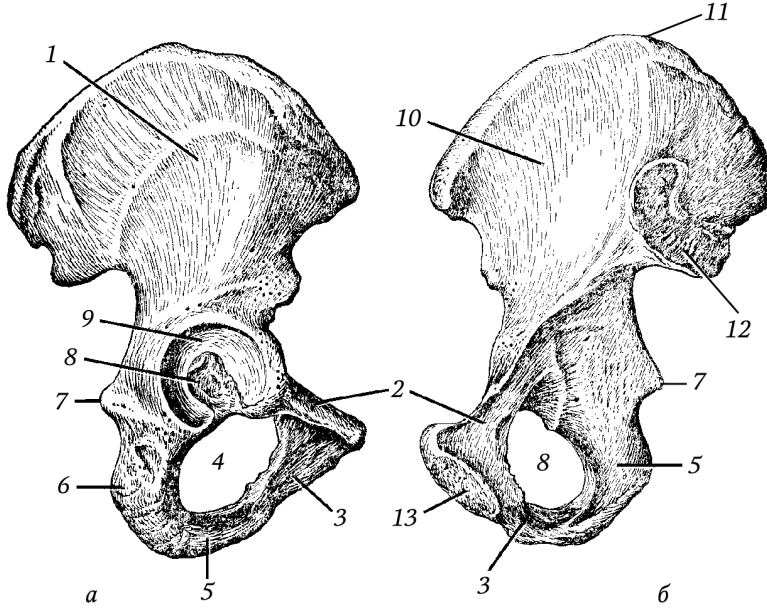


Рис. 14. Тазовая кость (правая): *а* — вид снаружи; *б* — вид изнутри:
1 — крыло подвздошной кости; *2* — верхняя ветвь лобковой кости; *3* — нижняя ветвь лобковой кости; *4* — запирательное отверстие; *5* — ветвь седалищной кости; *6* — седалищный бугор; *7* — седалищная ость; *8* — вертлужная ямка; *9* — полулунная поверхность; *10* — подвздошная ямка; *11* — подвздошный гребень; *12* — ушковидная поверхность; *13* — симфизиальная поверхность

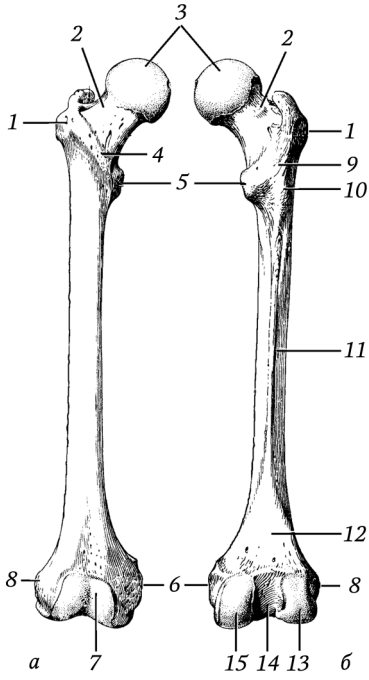


Рис. 15. Бедренная кость (правая): *а* — вид спереди; *б* — вид сзади:

1 — большой вертел; *2* — шейка; *3* — головка; *4* — межвертельная линия; *5* — малый вертел; *6* — медиальный надмыщелок; *7* — надколенниковая поверхность; *8* — латеральный надмыщелок; *9* — межвертельный гребень; *10* — ягодичная бугристость; *11* — шероховатая линия; *12* — подколенная поверхность; *13* — латеральный мыщелок; *14* — межмыщелковая ямка; *15* — медиальный мыщелок

жду которыми находится седалищный бугор; у седалищной кости также имеется вырост — седалищная ость (рис. 14).

При соединении тел трех названных костей образуется вертлужная впадина, которая служит для соединения с бедренной костью. Ветви седалищной и лобковой костей ограничивают запирательное отверстие. При соединении тазовых костей и крестца формируется тазовое кольцо (таз).

К костям свободного отдела нижней конечности относят бедренную кость и надколенник, кости голени и кости стопы.

Бедренная кость является типичной длинной трубчатой костью. Ее составными частями являются проксимальный и дистальный эпифизы, а также тело. На проксимальном эпифизе расположены головка и шейка, а также большой и малый вертелы (рис. 15). Головка бедренной кости расположена в вертлужной впадине тазовой кости. На задней поверхности тела находится шероховатая линия — место прикрепления мышц. Дистальный эпифиз образуют латеральный и медиальный мыщелки. Надколенник прилежит к передней поверхности дистального эпифиза. Он является объемной костью.

К костям голени относят большеберцовую и малоберцовую кости (рис. 16).

Большеберцовая кость расположена медиально (со стороны большого пальца). В ней выделяют проксимальный и дистальный эпифизы, а также тело. На проксимальном эпифизе расположены латеральный и медиальный мыщелки, между которыми находится межмыщелковое возвышение. Для соединения с бедренной костью на мыщелках существует верхняя суставная поверхность. У места перехода проксимального эпифиза в тело находится бугристость

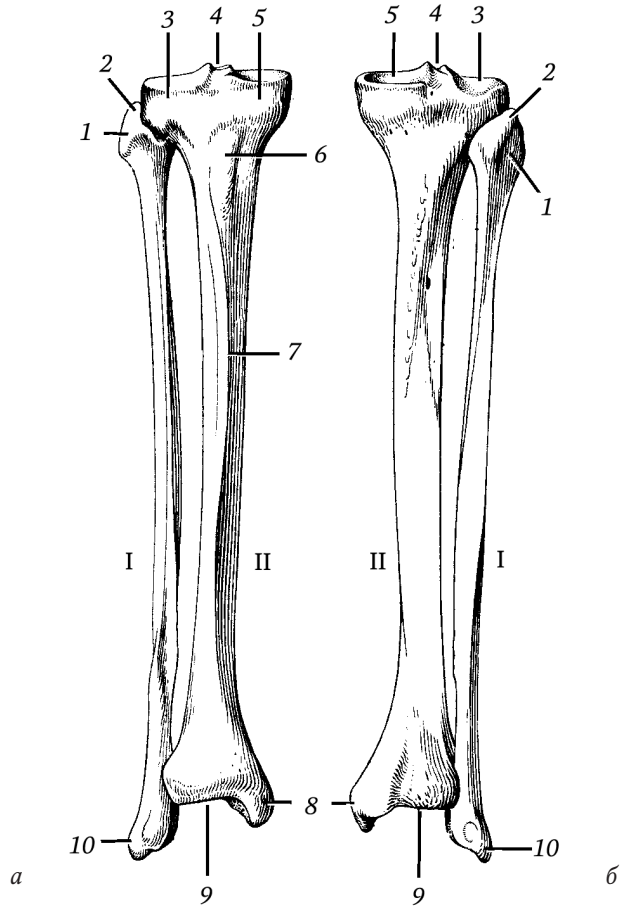


Рис. 16. Кости голени (правые); *а* — вид спереди; *б* — вид сзади:
I — малоберцовая кость; II — большеберцовая кость; *1* — головка малоберцовой кости; *2* — верхушка малоберцовой кости; *3* — латеральный мыщелок большеберцовой кости; *4* — межмыщелковое возвышение; *5* — медиальный мыщелок большеберцовой кости; *6* — бугристость большеберцовой кости; *7* — передний край; *8* — медиальная лодыжка; *9* — нижняя суставная поверхность; *10* — латеральная лодыжка

большеберцовой кости — для прикрепления четырехглавой мышцы бедра. На теле различают три поверхности и три края. Дистальный эпифиз имеет нижнюю суставную поверхность и небольшой вырост — медиальную лодыжку.

Малоберцовая кость также относится к длинным трубчатым. На ее проксимальном эпифизе расположена головка для соединения

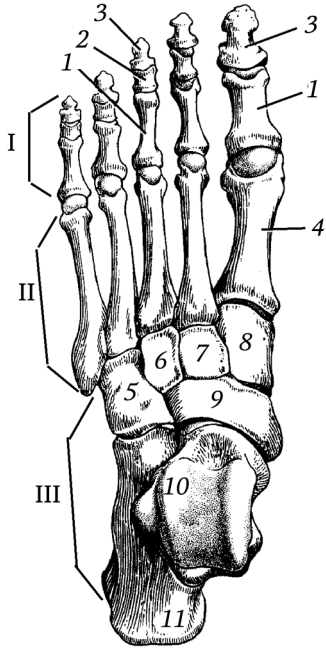


Рис. 17. Кости стопы:

I — фаланги пальцев; II — кости плюсны; III — кости предплюсны; *1* — проксимальная фаланга; *2* — средняя фаланга; *3* — дистальная (ногтевая) фаланга; *4* — I плюсневая кость; *5* — кубовидная кость; *6* — латеральная клиновидная кость; *7* — промежуточная клиновидная кость; *8* — медиальная клиновидная кость; *9* — ладьевидная кость; *10* — таранная кость; *11* — пяточная кость

с большеберцовой костью. Тело имеет треугольную форму. Дистальный эпифиз представлен латеральной (наружной) лодыжкой.

В скелете стопы различают три отдела: предплюсну, плюсну и фаланги пальцев (рис. 17).

Кости предплюсны расположены в два ряда. К проксимальному ряду относят пяточную и таранную кости. Таранная кость соединяется с костями голени. К пяточному бугру прикрепляется Ахиллово сухожилие. Дистальный ряд образуют: кубовидная кость, лежащая кпереди от пяточной; ладьевидная — расположена перед таранной; перед ней находятся три клиновидные кости: медиальная, промежуточная и латеральная. Они являются объемными костями.

Кости плюсны — короткие трубчатые, своим основанием они соединяются с костями предплюсны, а головками — с фалангами пальцев.

Кости II—IV пальцев представлены проксимальной, средней и дистальной (ногтевой) фалангами. Скелет большого пальца образован проксимальной и ногтевой фалангами.

Череп

Скелет головы (череп) включает 23 кости. Их классифицируют на кости мозгового и лицевого черепа. Кости мозгового черепа подразделяют на *парные* и *непарные*. Непарными являются: затылочная, клиновидная, решетчатая и лобная кости. К парным костям относят височную и теменную (рис. 18, 19).

Затылочная кость состоит из базилярной, двух латеральных частей и чешуи, которые ограничивают большое затылочное отверстие. На латеральной части расположен затылочный мыщелок для соединения с первым шейным позвонком.

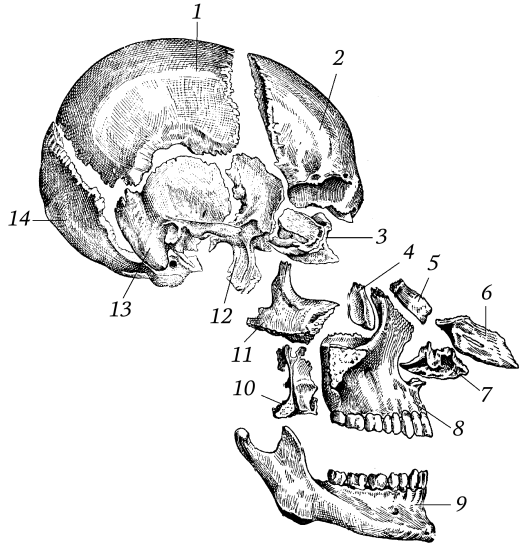


Рис. 18. Расположение костей черепа. Схема:
1 — теменная кость; *2* — лобная кость; *3* — решетчатая кость; *4* — слезная кость; *5* — носовая кость; *6* — сошник; *7* — нижняя носовая раковина; *8* — верхняя челюсть; *9* — нижняя челюсть; *10* — нёбная кость; *11* — скуловая кость; *12* — клиновидная кость; *13* — височная кость; *14* — затылочная кость

Клиновидная кость имеет тело и три пары отростков: большие и малые крылья, крыловидный отросток. На теле находится ямка турецкого седла, где расположен гипофиз; внутри тела есть полость — клиновидная пазуха.

Решетчатая кость состоит из продырявленной (решетчатой) и перпендикулярной пластинок, а также решетчатого лабиринта, обращенного в полость носа. Внутри лабиринта находится большое количество ячеек; в полость носа обращены верхняя и средняя носовые раковины.

Лобная кость состоит из чешуи, носовой части и двух глазничных частей. Между глазничными частями находится решетчатая вырезка, заполненная в черепе одноименной костью. Внутри кости расположена лобная пазуха.

Височная кость состоит из чешуи, барабанной и сосцевидной частей, а также пирамиды (каменистой части). На чешуе имеется скуловой отросток и суставная ямка для сочленения с нижней челюстью. Барабанная часть — костная пластинка, ограничивающая наружный слуховой проход. Сосцевидная часть представлена сосцевидным отростком, в котором имеется большое количество полос-

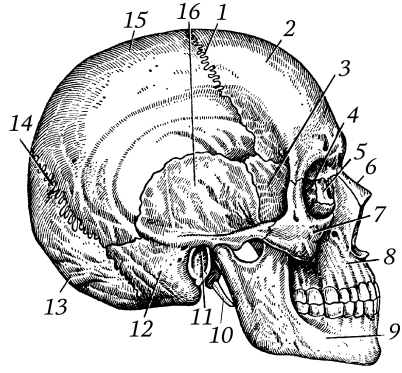


Рис. 19. Череп человека (вид сбоку):

1 — венечный шов; *2* — лобная кость; *3* — клиновидная кость; *4* — решетчатая кость; *5* — слезная кость; 6 — носовая кость; 7 — скуловая кость; *8* — верхняя челюсть; *9* — нижняя челюсть; *10* — шиловидный отросток; *11* — наружное слуховое отверстие; *12* — сосцевидный отросток; *13* — затылочная кость; *14* — ламбдовидный шов; *15* — теменная кость; *16* — чешуя височной кости

тей — ячеек. Впереди сосцевидного отростка находится длинный вырост — шиловидный отросток. Внутри пирамиды височной кости располагается орган слуха и равновесия, проходит внутренняя сонная артерия и лицевой нерв.

Теменная кость имеет наружную и внутреннюю поверхности, лобный, затылочный, сосцевидный и клиновидный углы. Эта кость вместе с большими крыльями клиновидной кости, чешуей лобной, височной и затылочной костей образует крышу черепа.

Кости лицевого черепа также как и кости мозгового черепа подразделяют на парные и непарные. Непарными являются: сошник, нижняя челюсть и подъязычная кость. К парным костям относят: носовую, скуловую, слезную, нёбную кости, верхнюю челюсть и нижнюю носовую раковину.

Сошник — плоская кость, участвует в образовании перегородки носа.

Нижняя челюсть состоит из тела и двух ветвей (правой и левой). На ветви имеется два отростка: мыщелковый и венечный. Мыщелковый отросток заканчивается головкой, которая участвует в образовании височно-нижнечелюстного сустава. На теле находится альвеолярный отросток, в ячейках которого расположены корни зубов.

Подъязычная кость расположена в шее, к ней фиксирована гортань.

Носовая кость принимает участие в образование скелета носа.

Скуловая кость, соединяясь с одноименными отростками лобной, височной костей, а также верхней челюсти, участвует в образовании скуловой дуги.

Нёбная кость участвует в формировании костного нёба.

Нижняя носовая раковина находится в полости носа.

Верхняя челюсть состоит из тела и отростков: лобного, нёбного, скулового и альвеолярного. Внутри тела расположена верхнечелюстная (Гайморова) пазуха. В ячейках альвеолярного отростка расположены корни зубов.

На целом черепе выделяют крышу и основание черепа. Основание черепа подразделяют на наружное и внутреннее. Внутреннее основание состоит из трех черепных ямок: передней, средней и задней (рис. 20). В области лицевого черепа находятся: полость носа и глазницы. Выше скуловой дуги расположена височная ямка, ниже — подвисочная.

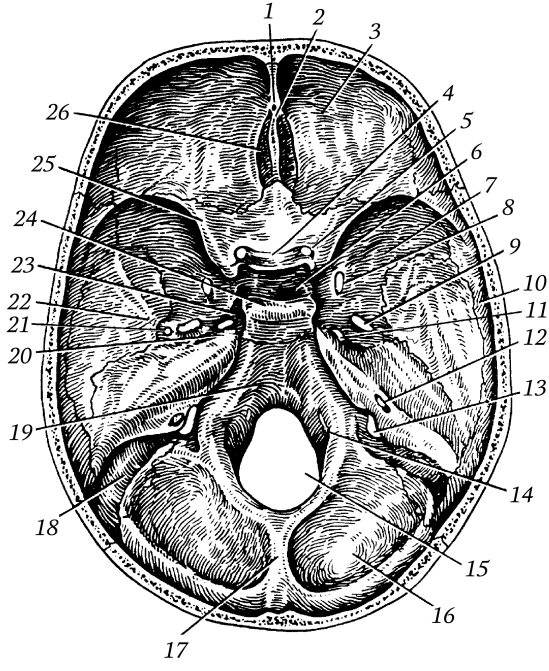


Рис. 20. Внутреннее основание черепа:

1 — слепое отверстие; *2* — петушиный гребень; *3* — глазничная часть лобной кости; *4* — предперекрестная борозда; *5* — зрительный канал; *6* — гипофизарная ямка; *7* — большое крыло клиновидной кости; *8* — круглое отверстие; *9* — овальное отверстие; *10* — теменная кость; *11* — рваное отверстие; *12* — внутреннее слуховое отверстие; *13* — яремное отверстие; *14* — канал подъязычного нерва; *15* — большое затылочное отверстие; *16* — задняя черепная ямка; *17* — внутренний затылочный гребень; *18* — борозда сигмовидного синуса; *19* — скат; *20* — верхушка пирамиды височной кости; *21* — остистое отверстие; *22* — средняя черепная ямка; *23* — сонная борозда; *24* — спинка турецкого седла; *25* — малое крыло клиновидной кости; *26* — решетчатая пластинка решетчатой кости

СОЕДИНЕНИЯ КОСТЕЙ

Кости скелета в процессе онтогенеза проходят три стадии развития: соединительнотканную, хрящевую и костную. Соответственно и соединения костей являются соединительнотканными, хрящевыми, костными или же между костями формируются прерывные соединения (суставы). Исключения составляют кости крыши черепа и кости лицевого черепа, которые проходят только две стадии развития — соединительнотканную и костную.

Исходя из этого, существуют два основных вида соединений костей — **непрерывные** и **прерывные** (суставы). Кроме того, выделяют особый вид соединений костей — **симфизы** (полусуставы).

Непрерывные соединения костей

Различают три группы непрерывных соединений костей: фиброзные, хрящевые и костные.

I. Фиброзные соединения — синдесмозы. Это соединения костей с помощью соединительной ткани. К ним относят связки, мембраны, роднички, швы и вколачивания.

1. **Связки** — это соединения, имеющие вид пучков коллагеновых и эластических волокон.

2. **Мембраны** — это соединения, имеющие вид межкостной перепонки, заполняющей обширные промежутки между костями (например, межкостная мембрана голени и межкостная мембрана предплечья).

3. **Роднички** — это соединительнотканные образования между костями черепа у плода и ребенка первого года жизни (рис. 21). Вы-

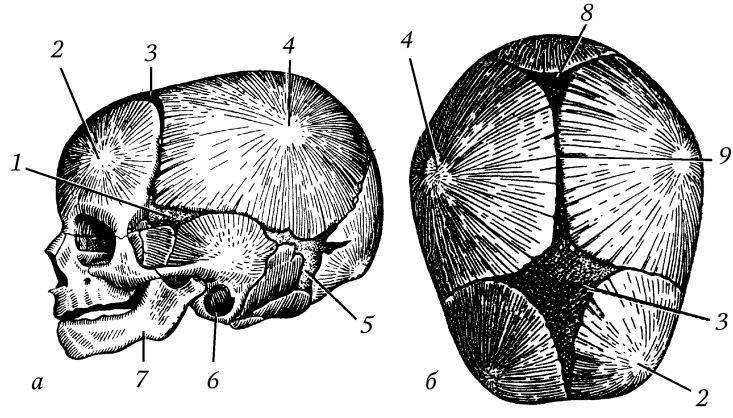


Рис. 21. Череп новорожденного: *а* — вид сбоку; *б* — вид сверху:
1 — клиновидный родничок; *2* — лобный бугор; *3* — большой родничок; *4* — теменной бугор; *5* — сосцевидный родничок; *6* — наружный слуховой проход; *7* — нижняя челюсть; *8* — затылочный родничок

деляют большой (передний), малый (затылочный), боковые (клиновидный и сосцевидный) роднички.

4. **Швы** — это тонкие прослойки соединительной ткани между костями черепа; швы служат зоной роста костей черепа и оказывают амортизирующее действие.

5. **Вколачивания** — это соединения зубов с ячейками альвеолярных отростков челюстей с помощью плотной соединительной ткани, имеющей специальное название — периодонт.

II. Хрящевые соединения — синхондрозы. Эти соединения представлены гиалиновым или фиброзным хрящом.

По длительности существования синхондрозы классифицируют на **постоянные** и **временные**, т. е. существующие до определенного возраста, а затем заменяющиеся костной тканью. Эти соединения, в основном, представлены гиалиновым хрящом. Постоянные хрящи представлены, в основном, фиброзным хрящом.

К временным синхондрозам относят: метаэпифизарные хрящи; гиалиновый хрящ между частями тазовой кости; гиалиновый хрящ между частями костей основания черепа. Постоянными синхондрозами являются: межпозвоночные диски; передние хрящевые концы ребер.

III. Соединения с помощью костной ткани — синостозы. Это самые прочные соединения из группы непрерывных. В нормальных условиях синостозированию подвергаются временные синхондрозы, а также швы и роднички. При некоторых заболеваниях (болезнь Бехтерева, остеохондроз и т. д.) окостенение может происходить не только во всех синхондрозах, но и во всех синдесмозах.

Симфизы (полусуставы) являются промежуточным видом соединений между прерывными и непрерывными соединениями. Симфизы представляют собой хрящ, расположенный между двумя костями, в котором имеется небольшая полость — лобковый симфиз.

Прерывные соединения костей — суставы

Сустав — это прерывное полостное соединение, образованное сочленяющимися суставными поверхностями, покрытыми хрящом, заключенными в суставную сумку (капсулу), в полости которой содержится синовиальная жидкость.

Сустав включает *три основных элемента*: суставные поверхности, покрытые хрящом; суставную капсулу; полость сустава, заполненную синовиальной жидкостью.

1. **Суставные поверхности** — это участки кости, покрытые суставным хрящом. Чаще всего суставные поверхности выстланы гиалиновым (стекловидным) хрящом.

2. **Суставная сумка** — это капсула, герметически окружающая суставную полость, прирастающая по краю суставных поверхностей или на некотором удалении от них. Она укреплена внесуставными связками, которые располагаются в местах наибольшей нагрузки.

3. **Полость сустава** — это герметически закрытое пространство, ограниченное суставными поверхностями и капсулой, заполненное синовиальной жидкостью.

Кроме основных элементов в суставах могут встречаться вспомогательные, которые обеспечивают оптимальную функцию сустава. **Вспомогательные элементы сустава** располагаются в полости сустава Основными из них являются *внутрисуставные связки* (например, крестообразные в коленном суставе), *внутрисуставные хрящи* (например, мениски, в коленном суставе), *суставные губы* (в плечевом и тазобедренном суставах), *суставные складки* (например, крыловидная жировая складка в коленном суставе), *сесамовидные кости* (надколенник) и *синовиальные сумки*.

В зависимости от формы суставных поверхностей суставы могут функционировать вокруг одной, двух и трех осей (одноосные, двуосные и многоосные суставы).

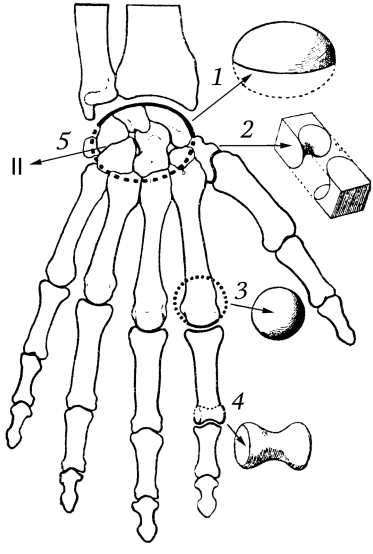


Рис. 22. Форма суставов:
1 — эллипсовидный; *2* — седловидный; *3* — шаровидный; *4* — блоковидный; *5* — плоский

Одноосные суставы — это суставы, в которых совершаются движения только вокруг какой-либо одной оси. Одноосными суставами по форме суставных поверхностей являются: **цилиндрический** и **блоковидный.** Разновидностью блоковидного сустава является **улитковый**, или винтообразный сустав, у которого выемка и гребешок скошены — имеют винтовой ход. В них возможны сгибание и разгибание или вращение.

Двуосные суставы — суставы, функционирующие вокруг двух из трех имеющихся осей (рис. 22). Такие суставы реализуют 5 видов движений: сгибание, разгибание, приведение, отведение, круговое движение. По форме суставных поверхностей эти суставы являются **эллипсовидными** или **седловидными.** В **мыщелковом** суставе можно реализовать только три вида движений — сгибание, разгибание и вращение.

Многоосные суставы — это суставы, движения в которых осуществляются вокруг всех трех осей, совершающие максимально возможное количество движений — 6 видов. По форме это **шаровидные** суставы (плечевой). Разновидностью шаровидного сустава является **чашеобразный**, или **ореховидный** — тазобедренный сустав. Если поверхность шара имеет очень большой радиус кривизны, то она приближается к плоской поверхности. Сустав с такой поверхностью называется **плоским**, например, крестцово-подвздошный.

Необходимо отметить, что объем движений в суставе зависит от целого ряда факторов, основными из которых являются:

1. Главный фактор — разность площадей сочленяющихся суставных поверхностей. Чем больше разность, тем больше объем движений.

2. Наличие вспомогательных элементов, уменьшающих объем движений в суставе.

3. Состояние капсулы сустава. При тонкой, эластичной капсуле движения совершаются в большем объеме.

4. Состояние фиксирующего аппарата. Связки оказывают тормозящее и направляющее действие.

5. Мышцы, окружающие сустав. Обладая постоянным тонусом, они сближают и фиксируют сочленяющиеся кости.

6. Синовиальная жидкость. Она оказывает сцепляющее воздействие и смазывает суставные поверхности. При артрозо-артритах, когда нарушается выделение синовиальной жидкости, в суставах появляются боль, хруст, объем движений уменьшается.

7. Атмосферное давление. Оно способствует соприкосновению суставных поверхностей, оказывает равномерное стягивающее воздействие, и умеренно ограничивает движения.

8. Состояние кожи и подкожной жировой клетчатки. При заболеваниях кожи, когда она теряет эластичность, объем движений существенно уменьшается.

Соединения позвонков

Соответственно основным частям позвонков различают соединения тел, соединения дуг и соединения отростков.

Тела позвонков соединяются при помощи межпозвоночных дисков, укрепленных передней и задней продольными связками. Дуги позвонков соединены при помощи желтых связок. Между суставными отростками образуются межпозвоночные суставы. Между остистыми и поперечными отростками также находятся соответствующие связки (рис. 23).

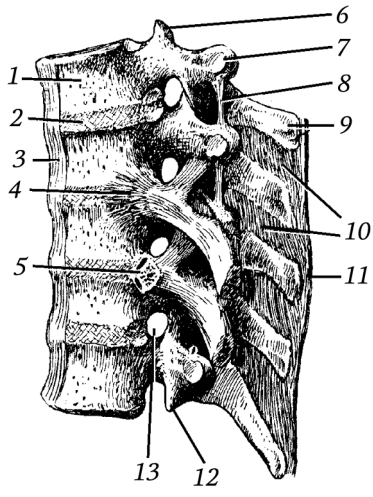


Рис. 23. Соединения позвонков:

1 — тело позвонка; *2* — межпозвоночный диск; *3* — передняя продольная связка; *4* — лучистая связка головки ребра; *5* — сустав головки ребра; *6* — верхний суставной отросток; *7* — поперечный отросток; *8* — межпоперечная связка; *9* — остистый отросток; *10* — межостистые связки; *11* — надостистая связка; *12* — нижний суставной отросток; *13* — межпозвоночное отверстие

При соединении первого шейного позвонка с затылочной костью образуются атлантозатылочные суставы. Они по форме являются эллипсовидными и в них возможны пять видов движений: наклоны головы вперед и назад, наклоны головы вправо и влево, круговое движение. Атлант и осевой позвонок соединены при помощи срединного атлантоосевого и двух латеральных атлантоосевых суставов, которые функционируют вместе и при этом осуществляется поворот головы вправо и влево.

Пятый поясничный позвонок соединяется с крестцом при помощи соединений, свойственных типичным позвонкам. У детей крестцовые позвонки соединены при помощи временного синхондроза, переходящего у взрослых в синостоз. Между телами V крестцового и I копчикового позвонков находится межпозвоночный диск, который к 35—40 годам превращается в синостоз. Копчиковые позвонки также срастаются в единую кость.

Таким образом, позвоночник можно назвать костно-хрящево-соединительнотканной структурой. Он образует четыре изгиба: два (шейный и поясничный) направлены выпуклостью вперед — **лордозы**, и два (грудной и крестцовый) направлены выпуклостью назад, — **кифозы.** Дети рождаются с почти прямым позвоночником (рис. 24). Развитие шейного лордоза связано с появлением у ребенка способности держать голову, грудного кифоза — с навыком сидеть, а поясничного лордоза и крестцового кифоза — со стоянием и ходьбой. Благодаря изгибам ослабляется сотрясение головы и туловища при ходьбе, беге, прыжках, обеспечивается сохранение равновесия и производятся все возможные движения: наклоны туловища вперед и назад, наклоны вправо и влево, круговое движение и скручивание.

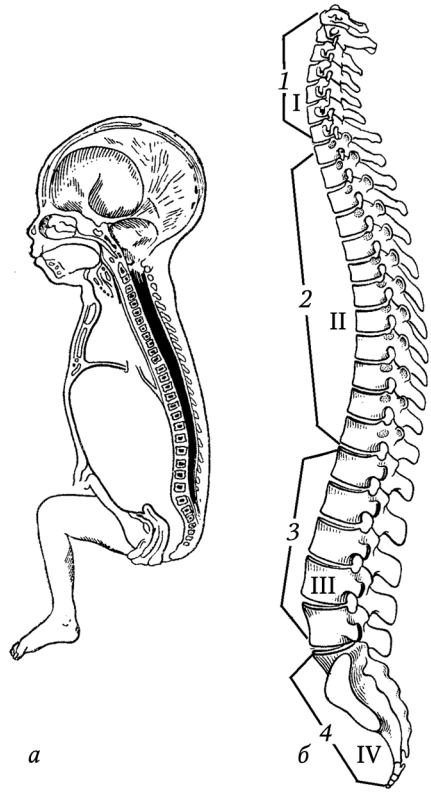


Рис. 24. Изгибы позвоночного столба:
а — позвоночный столб новорожденного; *б* — позвоночный столб взрослого человека:

I — шейный лордоз; II — грудной кифоз; III — поясничный лордоз; IV — крестцовый кифоз; *1* — шейные позвонки; *2* — грудные позвонки; *3* — поясничные позвонки; *4* — крестец и копчик

Соединения ребер

При соединении ребра с позвонком образуются сустав головки ребра и реберно-поперечный сустав. Истинные ребра соединяются с грудиной посредством грудинореберных суставов. Ложные ребра образуют хрящевую (реберную) дугу, а передние концы колеблющихся ребер заканчиваются в мышцах живота. При дыхании в суставах ребер совершаются только вращательные движения, при этом передние концы ребер поднимаются или опускаются, обеспечивая вдох и выдох.

Соединения костей черепа

Кости черепа соединяются между собой преимущественно при помощи непрерывных соединений: швов и родничков (у плода и новорожденного). Между лобной и теменными костями формируется венечный шов, между теменными — сагиттальный, между теменными и затылочной — ламбдовидный (см. рис. 19). Зубы соединяются с ячейками альвеолярных отростков челюстей посредством вколачиваний. Прерывным соединением является только височно-нижнечелюстной сустав. Он образуется между височной костью и головкой нижней челюсти. По форме он является мыщелковым. В данном суставе осуществляются поднимание и опускание челюсти, выдвижение челюсти вперед и боковые движения.

Соединения костей верхней конечности

Классификация соединений костей верхней конечности производится согласно разделению костей на пояс и свободный отдел. Различают следующие соединения костей верхней конечности:

I. Соединения костей пояса верхней конечности между собой. При этом образуется практически неподвижный акромиально-ключичный сустав: между акромионом лопатки и ключицей.

II. Соединения костей пояса верхней конечности с грудиной — грудино-ключичный сустав. Он по форме является седловидным, в его полости расположен суставной диск. В данном суставе осуществляются поднимание и опускание ключицы, движение ключицы вперед и назад, круговое движение.

III. Соединения костей пояса верхней конечности с грудной клеткой: лопатка соединяется с грудной клеткой при помощи мышц. Такой вид соединения называется — *синсаркоз*. При этом мышцы не только прочно фиксируют лопатку, но и обеспечивают возможность ее движений во всех направлениях.

IV. Соединения свободной верхней конечности. К соединениям свободной верхней конечности относят плечевой, локтевой и лучезапястный суставы, соединения костей предплечья, соединения костей кисти (см. рис. 4, 5).

Плечевой сустав образуется при соединении головки плечевой кости и суставной впадины лопатки. По форме он является типичным шаровидным суставом, в котором возможны шесть видов движений: сгибание и разгибание, отведение и приведение, круговое движение, а также вращение. В суставе имеется суставная губа и ряд синовиальных сумок. Через полость сустава проходит сухожилие двуглавой мышцы плеча. Капсула сустава тонкая, суставные

поверхности на лопатке и головке плечевой кости значительно различаются по площади, поэтому это самый подвижный сустав организма человека.

Локтевой сустав образуется при сочленении плечевой, локтевой и лучевой костей. При этом формируются плечелоктевой, плечелучевой и проксимальный лучелоктевой суставы, которые заключены в общую суставную капсулу. Плечелоктевой сустав образуется при соединении блока плечевой кости с блоковой вырезкой локтевой кости. Он является разновидностью блоковидного сустава — улитковым (винтообразным), в котором происходят сгибание и разгибание. При сгибании кисть ложится на область плечевого сустава противоположной стороны. Такое положение считается функционально выгодным, поэтому при повреждениях верхняя конечность укладывается и фиксируется в таком положении. Плечелучевой сустав формируется при соединении головки мыщелка плечевой кости и ямки головки лучевой кости. Он является шаровидным суставом, но из-за особенностей соединения костей предплечья в нем осуществляются лишь следующие движения: сгибание и разгибание, вращение. Проксимальный лучелоктевой сустав образуется между проксимальными эпифизами названных костей. Сустав является цилиндрическим. В нем происходит вращение: вращение наружу (супинация) и вращение внутрь (пронация).

Кости предплечья соединены посредством проксимального и дистального лучелоктевых суставов, а также межкостной мембраны предплечья. Проксимальный лучелоктевой сустав является частью локтевого сустава. Дистальный лучелоктевой сустав образован дистальными эпифизами названных костей. По форме он также является цилиндрическим и функционирует совместно с проксимальным.

Лучезапястный сустав формируется при соединении запястной поверхности лучевой кости и костей запястья проксимального ряда, за исключением гороховидной. Локтевая кость в образовании данного сустава участия не принимает. Сустав является типичным эллипсовидным. В нем осуществляется сгибание и разгибание, отведение и приведение, а также круговое движение.

Соединения костей кисти. Кости запястья соединены между собой при помощи межзапястных суставов. При сочленении костей запястья и костей пясти формируются запястно-пястные суставы. Запястно-пястный сустав большого пальца является седловидным и наиболее подвижным из этой группы. В нем происходит отведение и приведение; противопоставление мизинцу и возврат в первоначальное положение; круговое движение. Запястно-пястные суставы II—IV пальцев являются плоскими, неподвижными. Между костями

пясти и проксимальными фалангами пальцев образуются пястно-фаланговые суставы. Пястно-фаланговый сустав большого пальца является блоковидным, остальные — шаровидными. Между фалангами пальцев образуются межфаланговые суставы, которые по форме являются блоковидными.

Соединения костей нижней конечности

Классификацию соединений костей нижней конечности производят согласно разделению костей на пояс и свободный отдел. Различают следующие соединения костей нижней конечности:

I. Собственные соединения костей таза: синостоз между частями тазовой кости; между крестцом и тазовой костью располагаются крестцово-подвздошный сустав, а также крестцово-бугорная и крестцово-остистая связки; между лобковыми костями — лобковый симфиз. Крестцово-подвздошный сустав является плоским, неподвижным.

II. Соединения костей свободной нижней конечности: тазобедренный, коленный и голеностопный суставы; соединения костей голени; соединения костей стопы (см. рис. 3, 4).

Тазобедренный сустав образован вертлужной впадиной тазовой кости и головкой бедренной кости. По форме суставных поверхностей он является разновидностью шаровидного сустава — чашеобразным суставом. В нем возможны шесть видов движений: сгибание и разгибание, отведение и приведение, круговое движение, вращение. В суставе имеется суставная губа и связка головки бедренной кости (расположена между головкой и вертлужной впадиной).

Коленный сустав образуют бедренная и большеберцовая кости. Сустав является мыщелковым. В нем происходят следующие движения: сгибание и разгибание, в согнутом положении возможно вращение. В полости сустава располагаются: латеральный и медиальный мениски, крестообразные связки, жировая крыловидная складка, большое количество синовиальных сумок, а также сесамовидная кость — надколенник (рис. 25).

Кости голени соединяются между собой при помощи межкостной мембраны голени, а также межберцового сустава и межберцового синдесмоза. Межберцовый сустав образован головкой малоберцовой кости и проксимальным эпифизом большеберцовой кости. По форме он является плоским, неподвижным. Межберцовый синдесмоз расположен между дистальными эпифизами костей голени.

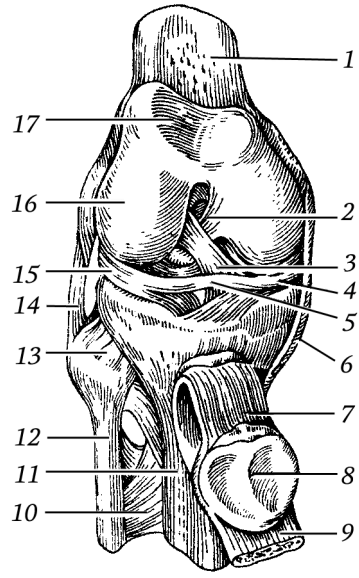


Рис. 25. Коленный сустав:
1 — бедренная кость; *2* — задняя крестообразная связка; *3* — передняя крестообразная связка; *4* — медиальный мениск; *5* — поперечная связка колена; *6* — коллатеральная большеберцовая связка; *7* — связка надколенника; *8* — надколенник; *9* — сухожилие четырехглавой мышцы бедра; *10* — межкостная мембрана голени; *11* — большеберцовая кость; *12* — малоберцовая кость; *13* — межберцовый сустав; *14* — коллатеральная малоберцовая связка; *15* — латеральный мениск; *16* — латеральный мыщелок бедренной кости; *17* — надколенниковая поверхность

Голеностопный сустав образуют дистальные эпифизы костей голени и таранная кость. По форме сустав является блоковидным. В нем осуществляется тыльное и подошвенное сгибание.

Соединения костей стопы. Между костями предплюсны образуются: подтаранный сустав (между таранной и пяточной), таранно-пяточно-ладьевидный сустав, пяточно-кубовидный сустав и межклиновидные суставы. Кости предплюсны и кости плюсны соединены плоскими предплюсне-плюсневыми суставами. Плюснефаланговые суставы по форме являются шаровидными, но функционируют как эллипсовидные. Межфаланговые суставы являются блоковидными.

Своды стопы

Следует отметить, что кости плюсны и предплюсны не лежат в одной плоскости, а образуют *продольные своды*, выпуклостью обращенные кверху (рис. 26). Вследствие этого стопа имеет только несколько точек опоры на своей нижней поверхности: сзади точкой опоры является пяточный бугор, спереди — головки плюсневых костей. Фаланги пальцев лишь касаются площади опоры. Соответственно костям плюсны различают *пять продольных сводов* стопы. Из них не касаются плоскости опоры при нагрузке на стопу I — III своды, поэтому они являются рессорными; IV и V — прилежат к площади опоры, их называют опорными.

Кроме продольных сводов различают *два поперечных свода* (предплюсневый и плюсневый), расположенные во фронтальной плоскости, выпуклостью обращенные кверху. Предплюсневый свод находится в области соединения костей предплюсны и плюсны;

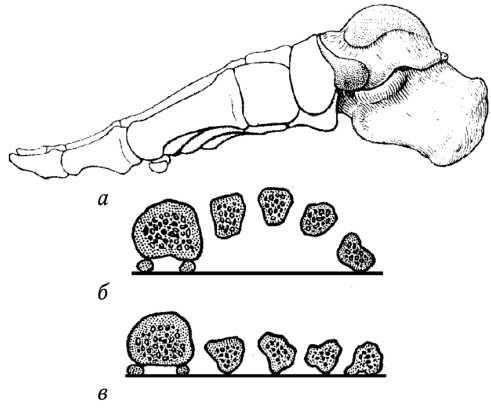


Рис. 26. Своды стопы:
а — продольные своды; *б* — поперечный плюсневый свод; *в* — исчезновение поперечных сводов при плоскостопии

плюсневый — в области головок плюсневых костей. Причем в плюсневом своде плоскости опоры касаются головки только первой и пятой плюсневых костей. Своды стопы обеспечивают амортизационную функцию при нагрузках на нижние конечности. При уплощении сводов формируется плоскостопие: продольное, поперечное и смешанное. При этом опорная и амортизирующая функции стопы существенно страдают, такие больные не способны переносить длительные физические нагрузки на нижние конечности.

МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА

В организме человека различают два вида мышечной ткани — гладкую (неисчерченную) и поперечнополосатую (исчерченную). Из поперечнополосатой скелетной мышечной ткани построены скелетные мышцы. Поперечнополосатые скелетные мышцы являются произвольными, т. е. их сокращения осуществляются сознательно и зависят от нашего желания. В теле человека насчитывается примерно 639 мышц, 317 из них являются парными, 5 — непарными.

У мужчин масса скелетных мыши составляет примерно 40 % от общей массы тела, у женщины — 35 %. У новорожденных масса мускулатуры не превышает 20 %. Если на мышцы действует постоянная физическая нагрузка, их относительная масса увеличивается. Так, у спортсменов-тяжелоатлетов масса мускулатуры достигает 50—60 % от массы тела. У пожилых людей, в связи с уменьшением нагрузки, мышцы становятся слабее и, в большинстве случаев, составляет 25—30 % общей массы.

Скелетная мышца — это орган, имеющий характерную форму и строение, типичную архитектонику сосудов и нервов, построенный из пучков поперечнополосатых скелетных мышечных волокон, связанных между собой рыхлой соединительной тканью и покрытый снаружи собственной фасцией.

Принципы классификации мышц

Классификация скелетных мышц человеческого организма производится с учетом различных признаков: по отношению к определенной области тела, происхождение мышцы, форма мышцы, функция, анатомо-топографические взаимоотношения, направление мышечных волокон, отношение мышцы к суставам.

1. **По отношению к областям человеческого тела** различают мышцы туловища, головы, шеи и конечностей. Мышцы туловища, в свою очередь, делят на мышцы спины, груди и живота. Мышцы верхней конечности, соответственно имеющимся частям скелета, делят на мышцы пояса верхней конечности, мышцы плеча, предплечья и кисти. Гомологичные отделы характерны для мышц нижней конечности — мышцы пояса нижней конечности (мышцы таза), мышцы бедра, голени и стопы.

2. **По происхождению** различают мышцы краниальные (мышцы головы и частично шеи), которые иннервируются черепными нервами, и спинальные (мышцы туловища и конечностей), иннервируются спинномозговыми нервами. В процессе развития мышцы могут остаться на месте своей первичной закладки. Такие мышцы называют *аутохтонными*. Часть мышц может менять свое местоположение, перемещаться с туловища на конечности — *трункофугальные* мышцы. Мышцы, сформировавшиеся на конечностях и впоследствии поднявшиеся на туловище, называют *трункопетальными*.

3. **По форме** мышцы могут быть простыми и сложными. Простые мышцы имеют веретенообразную или прямоугольную форму. Сложными считают многоглавые (двуглавые, трехглавые, четырехглавые), многосухожильные, двубрюшные мышцы. Сложными являются также мышцы с определенной геометрической формой — круглые, квадратные, дельтовидные, трапециевидные, ромбовидные и т. д. (рис. 27).

4. **По функции** различают мышцы сгибатели и разгибатели; мышцы приводящие и отводящие; вращающие (ротаторы); сфинктеры (суживатели) и дилататоры (расширители). Вращающие мышцы в зависимости от направления вращения делят на мышцы пронаторы и супинаторы, или мышцы, вращающие внутрь и наружу.

Кроме возможных видов движения классификация мышц по функции предусматривает разделение их на синергисты и антагонисты. Синергисты — это мышцы, выполняющие одинаковую функ-

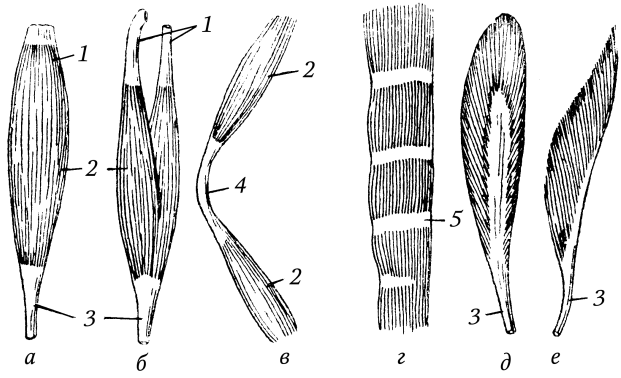


Рис. 27. Форма мышц:
а — веретенообразная; *б* — двуглавая; *в* — двубрюшная; *г* — многобрюшная; *д* — двуперистая; е — одноперистая;
1 — головка; *2* — брюшко; *3* — сухожилие; *4* — промежуточное сухожилие; *5* — сухожильная перемычка

цию и при этом усиливающие друг друга. Так, например, действуют плечевая и двуглавая мышцы плеча. Антагонисты — это мышцы, выполняющие противоположные функции, т. е. производящие противоположные друг другу движения. Например: двуглавая мышца плеча осуществляет сгибание в локтевом суставе, а трехглавая мышца плеча — разгибание.

5. **По анатомо-топографическому расположению** различают следующие группы мышц: поверхностные и глубокие; наружные и внутренние; медиальные и латеральные.

6. **По направлению мышечных волокон** различают мышцы с параллельным, косым, круговым и поперечным ходом мышечных волокон. К мышцам с косым направлением мышечных волокон также относят одноперистые и двуперистые мышцы.

7. **По отношению к суставам** можно выделить односуставные (действующие только на один сустав), двусуставные и многосуставные мышцы. Двусуставные и многосуставные мышцы отличаются более сложными действиями, так как приводят в движение не только часть скелета, к которой прикрепляются, но могут изменять в целом положение конечности или части туловища.

Строение мышц

Скелетная мышца как орган включает в себя собственно мышечную и сухожильную части, систему соединительнотканных оболочек, собственные сосуды и нервы. Средняя, утолщенная часть мышцы, называется брюшком. На обоих концах мышцы в большинстве случаев

находятся сухожилия, с помощью которых она прикрепляется к костям. Широкое и тонкое сухожилие называется апоневрозом.

Структурно-функциональной единицей собственно мышечной части мышцы является **поперечнополосатое мышечное волокно.** Поперечнополосатое мышечное волокно снаружи покрыто оболочкой (сарколеммой), внутри содержит саркоплазму и органеллы, ядра и специальные сократительные элементы — миофибриллы. В одном волокне находится от 100 до 1000 миофибрилл, которые располагаются вдоль оси волокна. В свою очередь миофибрилла состоит из 1500—2000 протофибрилл. Протофибриллы построены из макромолекул специализированных мышечных белков — миозина и актина. При световой микроскопии в поперечнополосатом мышечном волокне видны чередующиеся темные и светлые участки: молекулы миозина более толстые, соответствуют темным участкам (обладают двойным лучепреломлением света). Молекулы актина — тонкие, соответствуют светлым участкам. В процессе мышечного сокращения актиновые нити втягиваются в промежутки между миозиновыми, изменяют свою конфигурацию, сцепляются друг с другом.

Функциональной единицей мышцы является **мион** — совокупность поперечнополосатых мышечных волокон, иннервируемых одним двигательным нервным волокном. Мышца, состоящая из большого количества мионов, может сокращаться не вся, а отдельными пучками.

Мышечные волокна, расположенные параллельно друг другу и связанные между собой рыхлой соединительной тканью, образуют первичный пучок (пучок первого порядка), окруженный *эндомизием.* Первичные пучки, соединяясь друг с другом, формируют пучки второго порядка, покрытые *перимизием*. Последние соединяются в более крупные пучки (пучки третьего порядка), из которых и состоит мышца. Слой соединительной ткани, покрывающий мышцу снаружи, называют *эпимизием*.

Вспомогательные аппараты мышц

Вспомогательным аппаратом скелетных мышц являются собственные фасции, образующие фиброзные и костно-фиброзные футляры и каналы, синовиальные влагалища, синовиальные сумки, мышечные блоки и сесамовидные кости.

1. **Собственная фасция** представляет собой соединительнотканную оболочку, которая покрывает мышцы различных частей тела и называется соответственно областям: собственная фасция спины, груди, живота, шеи, головы, плеча, предплечья, кисти и т. д. Собственные фасции образуют замкнутые вместилища для отдельных мышц или

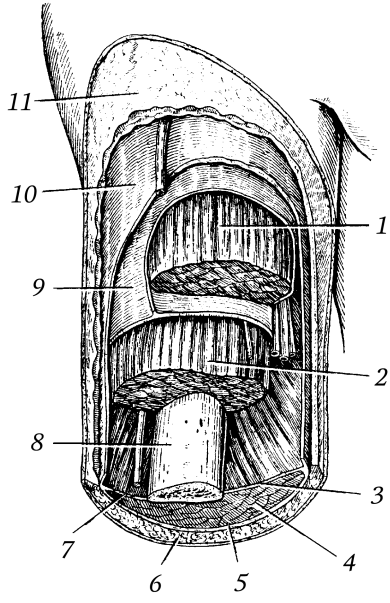


Рис. 28. Фасции плеча:

1 — двуглавая мышца плеча; *2* — плечевая мышца; *3* — медиальная межмышечная перегородка; *4* — трехглавая мышца плеча; *5, 10* — поверхностная фасция; *6* — кожа; *7* — латеральная межмышечная перегородка; *8* — плечевая кость; *9* — собственная фасция; *11* — подкожная жировая клетчатка

групп мышц, которые могут быть в виде фиброзных или костно-фиброзных футляров (рис. 28). *Фиброзный футляр* со всех сторон ограничен исключительно фасцией. *Костно-фиброзный футляр* ограничен: с одной стороны — собственной фасцией, с другой — надкостницей прилежащей кости. Благодаря замкнутости фиброзных и костно-фиброзных футляров создаются оптимальные условия для индивидуализации работы отдельных мышц.

Н. И. Пирогов еще в 1840 году отметил, что фиброзные и костно-фиброзные футляры являются герметичными вместилищами. Он показал что, знание особенностей их расположения и строения, при ранениях и гнойных процессах позволяет прогнозировать пути распространения крови и гнойников. Футляры мышц также используют для введения анестезирующих веществ (футлярная анестезия по А. В. Вишневскому).

Кроме собственной фасции, по расположению выделяют поверхностную и внутриполостную фасции.

Поверхностная фасция расположена за подкожной жировой клетчаткой, разделяя ее на ячейки. Поверхностная и собственная фасции соединяются рыхлой соединительной тканью, поэтому кожа может легко смещаться и собираться в складки.

Внутриполостная фасция выстилает изнутри полости тела в области шеи, груди и живота. Соответственно областям выделяют: внутришейную, внутригрудную и внутрибрюшную фасции.

2. **Фиброзные и костно-фиброзные каналы** — это вместилища для сухожилий мышц или сосудов и нервов.

3. **Синовиальные влагалища** — футляры, расположенные вокруг сухожилий мышц. Они уменьшают трение сухожилий за счет выделения синовиальной жидкости, выполняющей роль смазки.

Воспалительный процесс синовиального влагалища при травмах или инфекциях носит название — тендовагинит.

4. **Синовиальные сумки** представляют собой полости, содержащие внутри синовиальную жидкость. Они расположены вблизи прикрепления сухожилий мышц к костям. Чрезмерное скопление синовиальной жидкости или проникновение инфекции в полость сумки получило название бурсит.

5. **Мышечный блок** представляет собой костный выступ, покрытый хрящом, располагающийся в том месте, где сухожилие мышцы меняет свое направление.

6. **Сесамовидные кости** развиваются в толще сухожилий, близко к месту их прикрепления. Чаще сесамовидные кости встречаются в области пальцев кисти и стопы. Самая большая сесамовидная кость — надколенник.

Факторы, определяющие силу мышцы

Силу скелетной мышцы определяют следующие факторы:

1. Физиологический поперечник мышцы, под которым понимают сумму площадей поперечного сечения всех поперечнополосатых мышечных волокон. Физиологический поперечник не совпадает с анатомическим поперечником. Анатомический поперечник включает площадь поперечного сечения мышечных волокон, сосудов, нервов и соединительной ткани.

2. Величина площади опоры на костях, хрящах или фасциях.

3. Степень нервного возбуждения (иннервация).

4. Адекватность кровоснабжения.

5. Состояние кожи и подкожной жировой клетчатки.

Работа мышц

Мышца, подобно каждому отдельному поперечнополосатому мышечному волокну, при сокращении становится короче и толще. При этом она сближает точки начала и прикрепления, обеспечивая перемещение тела человека или его частей в пространстве. Мышца при максимальном сокращении может укорачиваться на 50 % от первоначальной длины.

Обычно мышцы, осуществляющие сгибание (флексоры), находятся спереди, а производящие разгибание (экстензоры) — сзади от сустава. Только в коленном и голеностопном суставах передние мышцы, наоборот, производят разгибание, а задние — сгибание. Мышцы, лежащие снаружи (латерально) от сустава (абдукторы) выполняют функцию отведения, а лежащие кнутри (медиально)

от него (аддукторы) — приведение. Вращение производят мышцы, расположенные косо или поперечно по отношению к вертикальной оси (пронаторы — вращают внутрь, супинаторы — кнаружи). В осуществлении движения участвует обычно несколько групп мышц. Мышцы, выполняющие совместно одну и ту же функцию и при этом усиливающие друг друга, называют синергистами (например, плечевая и двуглавая мышцы плеча); мышцы, выполняющие противоположную функцию (например, двуглавая и трехглавая мышцы плеча) — антагонистами.

Наконец, парные мышцы туловища совершают различную работу в зависимости от того, сокращаются они с одной стороны или с обеих. Например, мышцы шеи при одностороннем сокращении наклоняют голову в сторону, при двустороннем — вперед. Работа различных групп мышц происходит согласованно: так, если мышцы-сгибатели сокращаются, то мышцы-разгибатели в это время расслабляются. В координации движений основная роль принадлежит нервной системе.

Мышцы работают *рефлекторно*, т. е. сокращаются под влиянием нервных импульсов, поступающих из центральной нервной системы. Корковый отдел двигательного анализатора находится в передней центральной извилине лобной доли коры больших полушарий. Но непосредственно мышцы получают импульсы от мотонейронов, тела которых расположены в передних рогах серого вещества спинного мозга, продолговатом, среднем мозге или мосту. В процессе движения мозг на основе обратных связей (от рецепторов мышц) постоянно получает сигналы о степени сокращения или расслабления мышцы.

Передача возбуждения с нерва на мышцы осуществляется через нервно-мышечный синапс. Медиатором служит *ацетилхолин*, который накапливается в пузырьках, расположенных в окончаниях двигательного нерва. Под влиянием нервного импульса ацетилхолин высвобождается, поступает в синаптическую щель, связывается с рецепторами постсинаптической мембраны мышечного волокна и возбуждает ее. Возникающий при этом электрический импульс распространяется по мембране, что приводит к увеличению проницаемости эндоплазматической сети мышечного волокна для ионов Ca^{2+}. Ионы Ca^{2+} поступают в цитоплазму, активируют сократительные белки, катализирут процессы отщепления от АТФ одного фосфатного остатка. Вследствие этого высвобождается энергия, необходимая для сокращения.

Характер сокращения скелетной мышцы зависит от частоты нервных импульсов, поступающих к мышце. В естественных усло-

виях к мышце из ЦНС следует ряд импульсов, на которые она отвечает длительным *тетаническим сокращением*. Тетанически сокращаться способны только скелетные мышцы. При частоте 10—20 имп./с мышца находится в состоянии мышечного тонуса, что необходимо для поддержания позы. Тетанус возникает вследствие суммации одиночных мышечных сокращений при частоте 40—50 имп./с. В силу этого различают тонические и динамические виды сокращений мышц. Тоническое сокращение обеспечивают так называемые *красные мышечные волокна*, которые устойчивы к утомлению. Они характеризуются высокой активностью окислительных процессов, относительно тонкими миофибриллами. Мышцы, построенные из красных мышечных волокон, обеспечивают поддержание позы, например — мышцы спины. Динамическое сокращение обеспечивают *белые мышечные волокна*, характеризующиеся большим диаметром, крупными и сильными миофибриллами, низкой активностью окислительных процессов. Они преобладают в мышцах, выполняющих быстрые движения, например, в мышцах конечностей.

При интенсивной мышечной нагрузке может наступать утомление. Утомлением называют временное понижение работоспособности клетки, органа или целого организма, наступающее в результате работы и исчезающее после отдыха. Понижение работоспособности мышцы при длительном раздражении связано с накоплением в ней продуктов обмена (фосфорной, молочной кислот), влияющих на возбудимость клеточной мембраны, а также с истощением энергетических запасов. При длительной работе мышцы уменьшаются запасы гликогена в ней и соответственно нарушаются процессы синтеза АТФ, необходимого для осуществления сокращения.

В обычных условиях процесс утомления затрагивает прежде всего центральную нервную систему, затем нервно-мышечный синапс и в последнюю очередь мышцу. Известный русский физиолог И. М. Сеченов доказал, что временное восстановление работоспособности мышцы утомленной руки может быть достигнуто включением в работу мышц другой руки или мышц нижних конечностей. Он рассматривал эти факты как доказательство того, что утомление развивается прежде всего в нервных центрах.

При тренировке мышц повышается их работоспособность, утолщаются мышечные волокна, возрастает количество гликогена в них, увеличивается коэффициент использования кислорода, восстановительные процессы у тренированных лиц после мышечной работы происходят быстрее, чем у нетренированных.

Функции мышц

Основное назначение мышц обусловлено их сократительной функцией и заключается в выполнении различных двигательных актов. Благодаря этому обеспечивается **локомоторная** и **трудовая деятельность** человека. Для выполнения этой функции скелетная мышца преобразует химическую энергию в механическую, выделяя при этом большое количество тепла. По образному выражению И. П. Павлова, скелетная мышца является «печкой», согревающей организм, т. е мышца выполняет **теплопродуцирующую функцию.**

Мышцы играют колоссальную роль в **познавательной деятельности** человека. Они содержат огромное количество проприоцепторов, которые определяют положение тела в пространстве, состояние тонуса и степень сокращения мышцы, а также чувство веса, давления, вибрации. Значение проприоцепторов мышц существенно возрастает у лиц с утраченным зрением или слухом.

Скелетные мышцы помогают работе сердца, выполняя **насосную функцию.** Они очень богато кровоснабжаются, причем в процессе работы кровоток в сосудах мышц возрастает в 20—30 раз. При своем сокращении мышцы изменяют давление на прилежащие сосуды, сдавливая их в определенных местах, тем самым способствуя продвижению крови и лимфы. Конфигурация человеческого тела зависит от тонуса мышц и степени их развития. Следовательно, скелетные мышцы выполняют **формообразующую** (пластическую) **функцию**.

И, наконец, мышцы, прикрепляющиеся к коже, придают лицу определенное выражение и тем самым свидетельствуют о психоэмоциональном состоянии человека, т. е. являются **выразителями его внутреннего мира.**

Все органы опорно-двигательной системы функционируют во взаимной связи. При этом какие-либо изменения в одной из подсистем незамедлительно приводят к компенсаторным преобразованиям другой системы. Так, мышцы спины обеспечивают поддержание физиологических изгибов позвоночного столба: лордозов и кифозов. При постоянном неправильном положении тела ребенка в период формирования осанки, при близорукости, при выполнении чрезмерно тяжелой физической работы мышцы не могут в полной мере обеспечить данную функцию, что приводит к искривлению позвоночника — сколиозу. При тяжелых заболеваниях костной (туберкулез, болезнь Бехтерева и др.) и нервной систем возникают патологические кифозы и лордозы. Исправлением осанки и лечением заболеваний нужно заниматься своевременно, иначе могут возникнуть необратимые преобразования в соединениях между позвонками и между ними сформируются синостозы, сопровождающиеся су-

щественным ограничением подвижности позвоночника. В свою очередь это приведет к нарушению функции внутренних органов.

Существенная роль в поддержании сводов стопы принадлежит мышцам стопы и голени. При этом нагрузка на связочный аппарат существенным образом уменьшается. Большая роль в обеспечении нормального кровоснабжения и, соответственно, питания мышц стопы и поддержании их тонуса играет обувь. Она обязательно должна соответствовать сезону и быть соответствующего размера.

Ранее отмечалось, что мышцы существенным образом облегчают работу сердца. При тренировке скелетных мышц одновременно происходит и соответствующее увеличение массы сердечной мышцы. Поэтому тренированные люди способны переносить значительные физические нагрузки.

При работе мышц выделяются биологические активные вещества — эндорфины, которые обеспечивают развитие адаптации органов и тканей к различным воздействиям и вызывают прилив сил и энергии. При физической нагрузке существенно стимулируется функция органов иммунной системы. Поэтому необходимо заниматься физкультурой и спортом, совершать прогулки на свежем воздухе. Особенно важны данные мероприятия в детском и пожилом возрасте. Занятия физической культурой и спортом способствуют формированию правильной осанки, пропорциональному развитию мышц и скелета.

Гипокинезия — это ограничение количества и амплитуды движений. **Гиподинамия** — это недостаточное напряжение скелетных мышц при выполнении различных движений.

Установлено, что при недостаточном напряжении мышц уменьшается поток тонизирующих импульсов в центральную нервную систему и внутренние органы. При этом в движениях участвует лишь незначительная часть мышечных волокон, а остальные, не работающие, — детренируются.

Установлено, что привычная суетливая работа с малой амплитудой движений и слабым мышечным сокращением выполняется при частоте пульса не более 90—100 уд. / мин, а признанный тренирующий рубеж для оздоровления составляет 115—120 уд. / мин. При однообразной работе чувство усталости появляется задолго до истинного утомления мышц, что связано с развитием процессов торможения в коре головного мозга.

Ограничение двигательной активности особенно губительно для растущего организма. При гиподинамии и гипокинезии у детей отстают все показатели развития: длина и масса тела, уровень нервно-психической деятельности и т. д. Вот почему детям необходимо

создавать все условия для полноценной мышечной деятельности: строить детские дворовые площадки, вовлекать детей в спортивные секции, больше времени уделять физическому развитию.

Гипокинезия и гиподинамия, а также чрезмерные мышечные нагрузки могут привести к различным системным заболеваниям организма, поэтому оптимальное функционирование мышечной системы является важнейшим критерием здорового образа жизни!

Мышцы туловища

К мышцам туловища относят мышцы спины, груди, живота и диафрагму (рис. 29, 30).

Мышцы спины подразделяют на поверхностные и глубокие. Поверхностные мышцы спины включают в себя две группы: мышцы, прикрепляющиеся к верхней конечности и мышцы, прикрепляющиеся к ребрам. Глубокие мышцы классифицируют на длинные и короткие.

К верхней конечности прикрепляются: трапециевидная мышца, широчайшая мышца спины, большая и малая ромбовидные мышцы и мышца, поднимающая лопатку. Названные мышцы обеспечивают движение костей плечевого пояса и позвоночного столба, а трапециевидная мышца — еще и движения головы. К ребрам прикрепляются: задняя верхняя и задняя нижняя зубчатые мышцы. Первая участвует в акте вдоха, а вторая — выдоха.

Глубокими длинными мышцами спины являются: мышца, выпрямляющая позвоночник, поперечно-остистые мышцы, а такжеременные мышцы головы и шеи. Они обеспечивают поддержание изгибов позвоночного столба и движения в нем. Большинство глубоких коротких мышц расположено между отростками позвонков: межостистые мышцы — между остистыми отростками; межпоперечные — между поперечными отростками. Мышцы подзатылочной группы участвуют в движениях атлантозатылочных и атлантоосевых суставов.

На спине различают поверхностную и собственную фасции. Собственная фасция разделяется на несколько листков соответственно послойному расположению мышц.

Мышцы груди подразделяют на мышцы, прикрепляющиеся к верхней конечности, и собственные мышцы. К верхней конечности прикрепляются большая и малая грудные мышцы, передняя зубчатая и подключичная мышцы. Они обеспечивают движения костей пояса верхней конечности; кроме того большая грудная мышца осуществляет движения в плечевом суставе. Собственными мышцами груди являются: наружные и внутренние межреберные мышцы, подреберные мышцы, поперечная мышца груди, мышцы, подни-

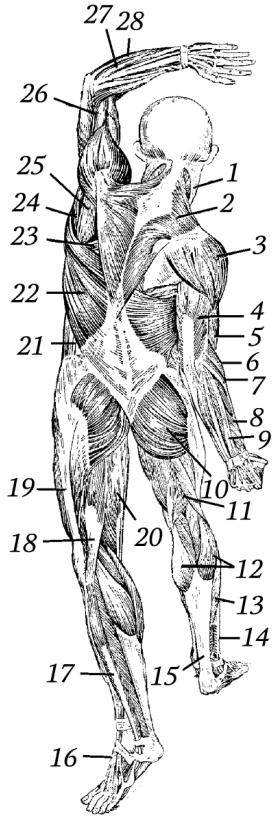


Рис. 29. Мышцы человека. Вид сзади:
1 — грудино-ключично-сосцевидная мышца; *2* — трапециевидная мышца; *3* — дельтовидная мышца; *4* — трехглавая мышца плеча; *5* — двуглавая мышца плеча; *6* — плечелучевая мышца; *7* — лучевой сгибатель запястья; *8* — длинная мышца, отводящая большой палец; *9* — разгибатель пальцев; *10* — большая ягодичная мышца; *11* — полуперепончатая мышца; *12* — икроножная мышца; *13* — камбаловидная мышца; *14* — латеральная группа мышц голени; *15* — ахилово сухожилие; *16* — мышцы тыла стопы; *17* — длинная малоберцовая мышца; *18* — двуглавая мышца бедра; *19* — подвздошно-большеберцовый тракт; *20* — полусухожильная мышца; *21* — наружная косая мышца живота; *22* — широчайшая мышца спины; *23* — ромбовидная мышца; *24* — большая круглая мышца; *25* — подостная мышца; *26* — плечевая мышца; *27* — локтевой разгибатель запястья; *28* — локтевой сгибатель запястья

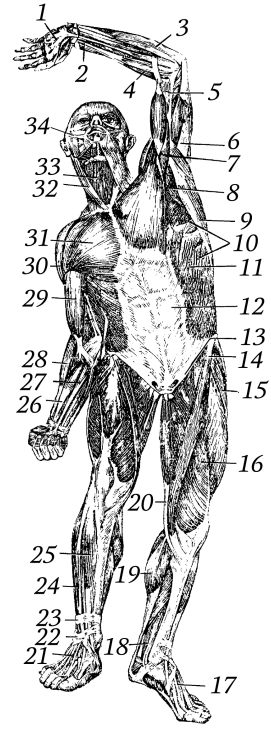


Рис. 30. Мышцы человека. Вид спереди:
1 — ладонный апоневроз; *2* — поверхностный сгибатель пальцев; *3* — локтевой сгибатель запястья; *4* — плечелучевая мышца; *5* — плечевая мышца; *6* — трехглавая мышца плеча; *7* — клювовидно-плечевая мышца; *8* — подмышечная полость; *9* — широчайшая мышца спины; *10* — передняя зубчатая мышца; *11* — наружная косая мышца живота; *12* — прямая мышца живота (контуры); *13* — паховая связка; *14* — портняжная мышца; *15* — латеральная широкая мышца; *16* — медиальная широкая мышца; *17* — мышцы тыла стопы; *18* — задняя большеберцовая мышца; *19* — трехглавая мышца голени; *20* — тонкая мышца; *21* — короткий разгибатель пальцев; *22* — нижний удерживатель сухожилий разгибателей; *23* — верхний удерживатель сухожилий разгибателей; *24* — длинный разгибатель пальцев; *25* — передняя большеберцовая мышца; *26* — лучевой сгибатель запястья; *27* — длинная ладонная мышца; *28* — плечелучевая мышца; *29* — двуглавая мышца плеча; *30* — дельтовидная мышца; *31* — большая грудная мышца; *32* — грудино-ключично-сосцевидная мышца; *33* — мышцы шеи, лежащие ниже подъязычной кости; *34* — мимические мышцы

мающие ребра. При этом, наружные межреберные мышцы и мышцы, поднимающие ребра обеспечивают вдох — поднимают ребра, а все оставшиеся мышцы этой группы — выдох — опускают ребра.

На груди различают поверхностную, собственную, а также внутригрудную фасции. Собственная фасция груди разделяется на листки соответственно послойному расположению мышц. Внутригрудная фасция выстилает стенки грудной полости. Кнутри от нее расположена плевра.

Мышцы живота классифицируют на переднелатеральную и заднюю группы. Переднелатеральная группа подразделяется на широкие и длинные мышцы. Широкими мышцами являются: наружная и внутренняя косые, а также поперечная мышцы живота. По срединной линии эти мышцы переходят в широкие апоневрозы и соединяются с апоневрозами мышц противоположной стороны, образуют белую линию живота. Наружная косая мышца при прикреплении к тазовой кости подворачивается и образует паховую связку, которая вместе с оставшимися широкими мышцами ограничивает паховый канал. В нем проходит семенной канатик (у мужчин) и круглая связка матки (у женщин). К длинным мышцам живота относят прямую мышцу живота и пирамидальную мышцу. Прямая мышца живота расположена в расщеплении апоневрозов широких мышц, которые образуют влагалище прямой мышцы живота. Мышцы переднелатеральной группы функционируют вместе, формируя брюшной пресс. Брюшной пресс создает защиту для органов брюшной полости, поддерживает их в определенном положении и участвует в осуществлении таких физиологических актов как мочеиспускание, дефекация и роды. Задняя группа представлена квадратной мышцей поясницы, кпереди от которой располагается почка. Паховый канал и белая линия живота являются слабыми местами живота. Они могут быть местом образования грыж — выпячивания внутренних органов при повышении внутрибрюшного давления.

На животе различают поверхностную, собственную и внутрибрюшную фасции. Собственная фасция живота разделяется на листки, а внутрибрюшная выстилает брюшную полость изнутри. К последней прирастает серозная оболочка — брюшина.

Диафрагма имеет сухожильную часть (сухожильный центр) и мышечную часть. К сухожильному центру прилежит сердце, через него проходит нижняя полая вена. В зависимости от мест начала в мышечной части различают грудинную, реберную и поясничную части. В ней расположено аортальное и пищеводное отверстия, отверстия для нижней полой вены и нервов. В области пищеводного отверстия диафрагмы могут образовываться грыжи.

Диафрагма — основная дыхательная мышца. При сокращении ее купол смещается вниз, при этом в грудной полости понижается дав-

ление, легкие заполняются воздухом, расширяются и тем самым обеспечивается вдох. При расслаблении диафрагмы происходит выдох, легкие уменьшаются в размере. По степени участия грудной и брюшной полостей в дыхании различают грудной, брюшной и смешанный типы дыхания.

Диафрагма разделяет грудную и брюшную полости. Со стороны грудной полости она покрыта внутригрудной фасцией и плеврой, со стороны брюшной — внутрибрюшной фасцией и брюшиной.

Мышцы головы

Мышцы головы классифицируют на жевательные и мимические. **Жевательные мышцы** действуют на височно-нижнечелюстной сустав. К ним относятся: жевательная, височная, латеральная и медиальная крыловидные мышцы.

Мимические мышцы располагаются вокруг естественных отверстий головы, начинаются от костей и заканчиваются в мягких тканях. Различают следующие группы мимических мышц: *мышцы крыши черепа, мышцы уха, мышцы носа, мышцы окружности глаза* и *мышцы рта.*

На крыше черепа расположена надчерепная мышца. Она плотно срастается с кожей и рыхло — с надкостницей, поэтому при ушибах головы кровь может скапливаться между мышцей и надкостницей.

Мышцы уха и носа у человека рудиментарны. Вокруг входа в глазницу располагается круговая мышца глаза, которая суживает глазную щель и способствует оттоку слезы.

К мышцам рта относятся: круговая мышца рта, щечная мышца, мышца, поднимающая верхнюю губу, мышца, поднимающая угол рта, скуловая мышца, мышца, опускающая нижнюю губу, мышца, опускающая угол рта, подбородочная мышца. Мимические мышцы обеспечивают отражение различных эмоций на лице, а также суживают или расширяют естественные отверстия: глазную щель, ноздри, ротовую щель.

На голове выделяют поверхностную и собственную фасции. Поверхностная фасция покрывает большинство мимических мышц, собственная покрывает жевательные мышцы.

Мышцы шеи

Мышцы шеи подразделяют на мышцы, лежащие спереди от гортани и сосудов, и глубокие мышцы. Первая группа включает в себя поверхностные мышцы и мышцы, прикрепляющиеся к подъязычной кости. Последние разделяют на мышцы, лежащие выше подъязычной кости и мышцы, лежащие ниже подъязычной кости. К поверхностным мышцам относятся подкожная и грудино-ключич-

но-сосцевидная мышца. Последняя обеспечивает основные движения головы и шеи. Мышцы подъязычной кости влияют на положение гортани (она прикрепляется к этой кости) и участвуют в опускании нижней челюсти. Глубокие мышцы состоят из двух групп: латеральной и медиальной. К медиальной группе относятся длинная мышца головы и длинная мышца шеи. Они участвуют в обеспечении движений в шейном отделе позвоночного столба. Латеральную группу образуют передняя, средняя и задняя лестничные мышцы, прикрепляющиеся к I и II ребрам. Кроме движений позвоночника они участвуют в поднимании ребер.

На шее выделяют три фасции: поверхностную, собственную и внутришейную. Поверхностная фасция располагается под подкожной жировой клетчаткой, собственная фасция расщепляется на листки, а внутришейная фасция покрывает внутренние органы, расположенные в области шеи — глотку, пищевод, гортань, трахею, щитовидную железу, сосуды и нервы шеи.

Мышцы верхней конечности

Мышцы верхней конечности подразделяют на мышцы плечевого пояса, мышцы плеча, предплечья и кисти (см. рис. 29, 30).

Мышцы плечевого пояса располагаются в два слоя. Наиболее поверхностно расположена дельтовидная мышца, которая прикрывает плечевой сустав. К лопатке прилежат: подлопаточная, надостная, подостная, большая и малая круглые мышцы. Эти мышцы обеспечивают движения в плечевом суставе.

Мышцы плеча классифицируют на две группы — переднюю и заднюю. К передней группе относятся: двуглавая мышца плеча, плечевая и клювовидно-плечевая мышцы. Задняя группа представлена трехглавой мышцей плеча. Двуглавая мышца имеет две головки: длинную (проходит через полость плечевого сустава) и короткую. Трехглавая мышца имеет длинную, латеральную и медиальную головки. Мышцы плеча обеспечивают движения в плечевом и локтевом суставах. По функции передняя группа мышц является сгибателями, а задняя — разгибатели.

На плече выделяют поверхностную и собственную фасции. При этом собственная фасция образует четыре отдельных футляра для мышц, сосудов и нервов плеча.

Мышцы предплечья также включают две группы — переднюю и заднюю. Передняя группа состоит из 9 мышц, которые по функции являются сгибателями и пронаторами. Основными сгибателями являются: поверхностный и глубокий сгибатели пальцев, лучевой и локтевой сгибатели запястья, плечелучевая мышца; пронацию обеспечивают круглый и квадратный пронаторы. Задняя группа состоит

из 10 мышц, которые по функции являются разгибателями и супинаторами. К сгибателям относят: разгибатель пальцев, лучевые и локтевой разгибатели запястья; супинацию обеспечивает мышца — супинатор. Мышцы передней группы обеспечивают сгибание в лучезапястном суставе и суставах кисти, а также вращение кисти во внутрь (пронация). Мышцы предплечья задней группы разгибают кисть в лучезапястном суставе и суставах кисти, а также вращают ее наружу (супинация).

На предплечье выделяют поверхностную и собственную фасции. Последняя образует отдельные футляры для каждой мышцы.

Мышцы кисти подразделяют на три группы: латеральную (мышцы возвышения большого пальца), медиальную (мышцы возвышения мизинца) и среднюю группу. Латеральная группа мышц обеспечивает движения большого пальца. Мышцы медиальной группы обеспечивают движения V пальца (мизинца). Средняя группа мышц (межкостные и червеобразные) действуют на суставы пальцев.

На кисти различают поверхностную и собственную фасции. На ладони эти фасции плотно срастаются между собой и формируют ладонный апоневроз. Вокруг сухожилий сгибателей пальцев формируются синовиальные влагалища. При этом синовиальные влагалища I и V пальцев распространяются от ногтевой фаланги до области лучезапясного сустава, а у остальных они расположены только в области фаланг. Синовиальные влагалища могут служить местом распространения гнойных заболеваний кисти, поэтому для предотвращения возможных осложнений кровь для исследования обычно забирают из безымянного пальца, так как его синовиальное влагалище не распространяется на ладонь.

Для крупных сосудов и нервов между мышцами верхней конечности формируются борозды. Из подмышечной полости сосуды и нервы переходят в борозду, расположенную медиально от двуглавой мышцы плеча, затем в локтевую ямку. В ней плечевая артерия разделяется на локтевую и лучевую артерии. Лучевая артерия располагается латерально от лучевого сгибателя запястья и в области лучезапястного сустава она лежит практически под кожей — это место определения ее пульсации. Локтевая артерия проходит латерально от локтевого сгибателя запястья.

Мышцы нижней конечности

Мышцы нижней конечности подразделяют на мышцы таза, мышцы бедра, голени и стопы (см. рис. 29, 30).

Мышцы таза классифицируют на внутренние и наружные. Внутренние мышцы таза расположены со стороны брюшной полос-

ти: подвздошно-поясничная, внутренняя запирательная, грушевидная мышцы. Основными наружными мышцами являются большая, средняя и малая ягодичные и наружная запирательная. Мышцы таза действуют на тазобедренный сустав, при этом ягодичные мышцы также обеспечивают поддержание вертикального положения туловища. Под паховой связкой на переднюю поверхность бедра проецируется бедренный канал, который может служить местом образования бедренных грыж.

Мышцы бедра разделяют на три группы: переднюю, заднюю и медиальную. К передней группе относят портняжную мышцу и четырехглавую мышцу бедра. Последняя состоит из четырех головок: прямой мышцы бедра, латеральной, медиальной и промежуточной широких мышц. В сухожилии четырехглавой мышцы расположен надколенник. Мышцы передней группы обеспечивают сгибание бедра в тазобедренном и разгибание голени в коленном суставах. К задней группе относятся: полусухожильная, полуперепончатая и двуглавая мышцы бедра. Они разгибают бедро в тазобедренном и сгибают голень в коленном суставах. Медиальную группу составляют: гребенчатая, длинная, короткая и большая приводящие мышцы, которые приводят бедро к срединной плоскости.

На бедре различают поверхностную и собственную фасции. Собственная (широкая) фасция образует на бедре футляры как для отдельных мышц, так и для групп мышц.

Мышцы голени разделяют на три группы: переднюю, заднюю и латеральную. Переднюю группу мышц представляют: передняя большеберцовая, длинный разгибатель большого пальца и длинный разгибатель пальцев, которые обеспечивают тыльное сгибание в голеностопном суставе и разгибание пальцев. Латеральная группа включает в себя длинную и короткую малоберцовые мышцы. Они поднимают латеральный край стопы. Мышцы задней группы расположены в два слоя. Поверхностный слой образует трехглавая мышца голени, включающая в себя камбаловидную и икроножную мышцы. Она прикрепляется к пяточной кости при помощи пяточного (Ахиллова) сухожилия. В глубоком слое расположены: задняя большеберцовая мышца, длинный сгибатель большого пальца и длинный сгибатель пальцев. Эти мышцы обеспечивают подошвенное сгибание в голеностопном суставе, а также сгибают пальцы стопы.

На голени различают поверхностную и собственную фасции. Последняя образует на голени футляры для отдельных групп мышц.

Мышцы стопы включают в себя две группы: мышцы тыла стопы и мышцы подошвы. На тыле стопы находятся короткий разгибатель большого пальца и короткий разгибатель пальцев. Мышцы по-

дошвы классифицируют на три группы: медиальную (мышцы большого пальца), латеральную (мышцы мизинца) и среднюю группу. Мышцы медиальной группы осуществляют движения большого пальца стопы. Мышцы латеральной группы осуществляют движения в суставах V пальца стопы. Средняя группа мышц участвует в сгибании II—IV пальцев.

На стопе также выделяют две фасции: поверхностную и собственную. Как и на кисти, при срастании этих фасций образуется подошвенный апоневроз.

Между мышцами нижней конечности для крупных сосудов и нервов образуются борозды и каналы. На бедре они расположены между передней и медиальной группами мышц, в области коленного сустава — в подколенной ямке, на голени — на задней поверхности между мышцами, на подошве — между латеральной и средней а также между средней и медиальной группами мышц.

Глава 3

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА. ПИЩЕВАРЕНИЕ

ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА И ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ

Человек (как и другие млекопитающие) относится к гетеротрофным организмам (от греч. *heteros* — другой, иной; *trophe* — питаю), которые не способны синтезировать необходимые для их жизнедеятельности органические вещества из неорганических.

Питание — это процесс поступления, переваривания, всасывания и усвоения питательных веществ (нутриентов), необходимых для поддержания нормальной жизнедеятельности организма, его роста, развития, восполнения энерготрат и т. д. Нутриенты поступают в организм в виде пищи. Однако для того чтобы питательные вещества перешли во внутреннюю среду, пищевые продукты должны быть подвергнуты предварительной механической и химической обработке.

Пищеварение — процесс механической и химической обработки пищи, необходимый для выделения из нее простых компонентов, способных проходить через клеточные мембраны эпителия пищеварительного тракта и всасываться в кровь или лимфу. Следовательно, пищеварение — более узкое понятие, чем питание.

Для организма пища играет роль источника:

- пластических веществ (белков, жиров, углеводов), необходимых для построения структурных компонентов клетки;
- веществ, способных при расщеплении выделять энергию для синтеза АТФ;
- веществ, необходимых для поддержания постоянства внутренней среды;
- витаминов, биологически активных веществ;
- клетчатки, которая, большей частью не подвергаясь разрушению в пищеварительном тракте, обеспечивает нормальную работу желудочно-кишечного тракта и формирование каловых масс.

Пищеварение является начальным этапом обмена веществ. Человек для своего питания может использовать пищу как животного, так и растительного происхождения. В продуктах питания нутриен-

ты содержатся в разных соотношениях. К основным питательным веществам относятся белки, жиры и углеводы. Основной источник энергии для организма человека — углеводы. Они содержатся в большинстве продуктов. Белками наиболее богаты сыры, мясо, горох, соя. Растительные продукты менее богаты белками, чем продукты животного происхождения. Больше всего жиров содержится в растительном (до 98 %) и сливочном (до 87 %) маслах, сале.

ФУНКЦИИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Процесс пищеварения осуществляется в пищеварительной системе, которая выполняет следующие основные функции:

1. Механическая функция заключается в захвате пищи, ее измельчении, перемешивании, продвижении по пищеварительному тракту и выделению из организма непереработанных продуктов.

2. Секреторная функция заключается в выработке пищеварительными железами секретов — слюны, пищеварительных соков (желудочного, панкреатического, кишечного), желчи. За сутки все железы пищеварительной системы секретируют около 7—8 л соков.

В составе пищеварительных соков имеются особые белки — ферменты, которые являются биологическими катализаторами. Они связываются с компонентами пищи, расщепляют их до более простых веществ, участвуя в химической обработке пищи и активны только в строго определенных условиях среды (оптимальная кислотность, температура и т. д.). В частности, пепсин желудочного сока активен только в кислой среде (pH 1—2).

3. Бактерицидная функция обеспечивается содержащимися в пищеварительных соках веществами, способными убивать болезнетворные бактерии, проникшие в желудочно-кишечный тракт (лизоцим слюны, соляная кислота желудочного сока).

4. Всасывательная функция заключается в проникновении воды, питательных веществ, витаминов, солей через эпителий слизистой оболочки из просвета пищеварительного канала в кровь и лимфу.

ПРИНЦИПЫ СТРОЕНИЯ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

В пищеварительной системе различают *полые* (трубчатые), *паренхиматозные* (железистые) *органы* и *органы со специфическим строением*. **Полые органы** имеют принципиально сходное строение стенки и содержат внутри полость. К ним относятся: глотка, пищевод, желудок, тонкая кишка, толстая кишка. Паренхиматозные

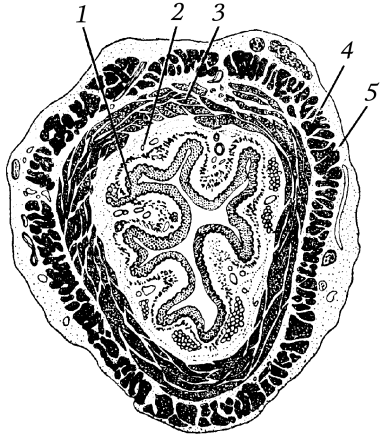


Рис. 31. Строение стенки пищевода:
1 – слизистая оболочка; *2* – подслизистая основа; *3* – циркулярный слой мышечной оболочки; *4* – продольный слой мышечной оболочки; 5 – адвентиция

органы — это органы, построенные из одинаковой по консистенции железистой ткани — паренхимы. Типичными паренхиматозными органами являются: крупные слюнные железы, печень, поджелудочная железа. Специфическое строение имеют язык (слизисто-мышечный орган), зубы (состоят из твердых тканей).

Стенка полых органов состоит из трех оболочек: слизистой, мышечной и серозной (или адвентициальной).

Слизистая оболочка представляет собой внутреннюю часть стенки полого органа (рис. 31). Она включает в себя несколько слоев, основным из которых является эпителий. Эпителий выстилает внутреннюю поверхность органа. Под эпителием располагается подслизистая основа, представленная волокнистой соединительной тканью. В ней располагаются основные внутриорганные сосуды и нервы.

В слизистой оболочке расположены лимфоидные узелки и многочисленные железы, которые могут выделять слизь и пищеварительные соки, необходимые для химической обработки пищи.

Мышечная оболочка полых органов пищеварительного тракта представлена, в большинстве случаев, двумя слоями гладкой мышечной ткани — продольным и циркулярным (круговым). При этом циркулярный слой является внутренним — прилежит к слизистой оболочке, а продольный — наружным. В некоторых местах циркулярный слой мышечной ткани образует утолщения, получившие названия сфинктеров (замыкающих устройств). Эти образования регулируют переход пищи из одного участка пищеварительного канала в другой. Следует отметить, что в начальных отделах пищеварительного тракта (ротовая полость, глотка, верхняя часть пищевода) мышечная ткань представлена поперечнополосатыми волокнами. За счет мышечной оболочки осуществляется механическая функция пищеварительной системы (продвижение и перемешивание пищи).

Наружная оболочка полых органов представлена либо **адвентицией,** либо **серозной оболочкой.** Адвентициальная оболочка — тонкая пластинка рыхлой соединительной ткани, покрывающая орган снаружи. Она обеспечивает сращение органа с окружающими тканями.

Серозная оболочка — это практически такая же адвентициальная оболочка, только покрытая снаружи одним слоем плоских клеток — мезотелием, который препятствует сращению соседних органов. Органы, покрытые этой оболочкой, легко смещаются и изменяют свою форму (желудок, большая часть тонкой кишки). У органов, лежащих в брюшной полости, она носит название *брюшина*. Из капилляров серозной оболочки транссудируется (выпотевает) жидкость, которая постоянно увлажняет наружную оболочку и уменьшает трение одного органа о другой при их сокращении.

Паренхиматозные органы состоят из собственно железистой ткани — паренхимы и соединительной ткани — стромы. Собственно железистая ткань отвечает за выполнение секреторной функции. Железистая ткань разделяется соединительнотканной стромой на стуктурно-функциональные единицы. В печени, слюнных железах структурно-функциональной единицей является *долька*. В поджелудочной железе — *ацинус*. В строме проходят сосуды и нервы. Из железистой ткани секрет выходит в просвет пищеварительного канала по выводным протокам.

Исходя из всего вышесказанного, в пищеварительной системе можно выделить пищеварительный канал (пищеварительный тракт) и пищеварительные железы. В состав пищеварительного канала входят ротовая полость и полые органы: глотка, пищевод, желудок, тонкая и толстая кишки. К пищеварительным железам относятся паренхиматозные органы: печень, поджелудочная железа, три пары крупных слюнных желез и железы слизистых оболочек полых органов (рис. 32).

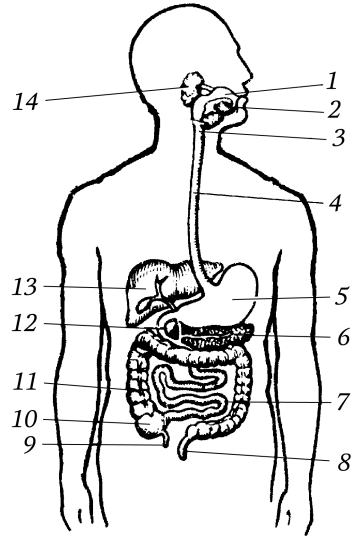


Рис. 32. Пищеварительная система (схема):
1 — полость рта; *2* — подъязычная и поднижнечелюстная железы; *3* — глотка; *4* — пищевод; *5* — желудок; *6* — поджелудочная железа; *7* — тонкая кишка; *8* — прямая кишка; *9* — червеобразный отросток; *10* — слепая кишка; *11* — ободочная кишка; *12* — двенадцатиперстная кишка; *13* — печень; *14* — околоушная железа

ПОЛОСТЬ РТА

Пищеварительная система начинается с полости рта, которая состоит из двух отделов: преддверия рта и собственно полости рта.

Преддверие рта представляет собой щелевидное пространство, расположенное между губами и щеками — снаружи, зубами и деснами — изнутри. В преддверие рта открывается выводной проток околоушной железы — на уровне второго верхнего большого коренного зуба.

Пища поступает в ротовую полость через ротовую щель, которая ограничена верхней и нижней губами (рис. 33). Наружная поверхность губ и щек покрыта кожей, а внутренняя — слизистой оболочкой. Последняя выстлана многослойным плоским эпителием и содержит многочисленные мелкие слюнные железы.

Слизистая оболочка с внутренней поверхности губ и щек переходит на десны. Десны — это участки слизистой оболочки, покрывающие альвеолярные отростки челюстей.

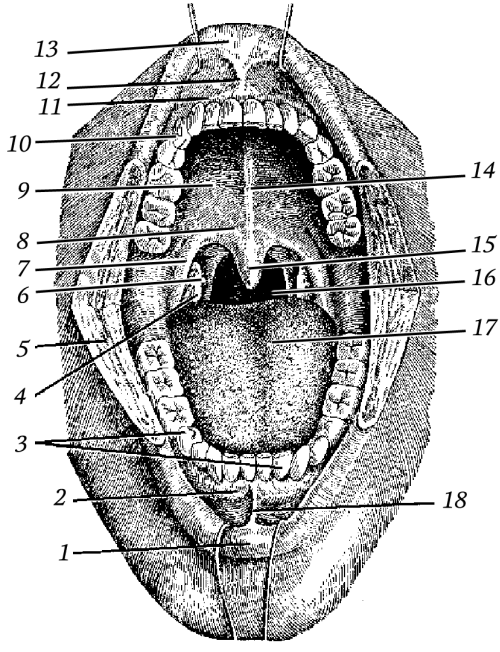


Рис. 33. Полость рта:

1 — нижняя губа; *2* — десна нижней челюсти; *3* — зубы нижней челюсти; *4* — нёбная миндалина; *5* — щека (рассечена); *6* — нёбно-глоточная дужка; *7* — нёбно-язычная дужка; *8* — мягкое нёбо; *9* — твердое нёбо; *10* — зубы верхней челюсти; *11* — десна верхней челюсти; *12* — уздечка верхней губы; *13* — верхняя губа; *14* — нёбный шов; *15* — нёбный язычок; *16* — зев; *17* — язык; *18* — уздечка нижней губы

Собственно полость рта имеет верхнюю стенку и дно. Через зев она сообщается с глоткой. В области зева располагается нёбная миндалина.

Верхняя стенка представлена твердым и мягким небом, отграничивающим ротовую полость от носовой. Твердое небо образуют нёбный отросток верхней челюсти и горизонтальная пластинка нёбной кости, покрытые слизистой оболочкой. Мягкое небо является продолжением твердого неба. Его основу образуют поперечнополосатые мышцы. При глотании мягкое небо поднимается и препятствует попаданию пищевого комка из ротоглотки в носоглотку и полость носа. Со стороны ротовой полости небо выстлано многослойным плоским эпителием; со стороны носовой — мерцательным.

В полости рта располагаются зубы и язык. В этом отделе пища находится в среднем 10—20 с.

Зубы. В альвеолярных ячейках нижней и верхних челюстей располагаются зубы. По времени существования различают *молочные* и *постоянные* зубы. У ребенка молочные зубы начинают появляться с 6—7-го месяца жизни. К году их количество достигает 8 (верхние и нижние резцы). В 2 года у человека насчитывается 20 молочных зубов. С 3 до 7 лет это число практически не изменяется. С 6—7 лет начинается постепенная замена молочных зубов на постоянные. Этот процесс заканчивается к 13—15 годам. С 17 до 25 лет появляются, так называемые, зубы мудрости (последние большие коренные зубы). У взрослого человека 32 постоянных зуба.

Каждый зуб состоит из коронки, шейки и корня (рис. 34). Коронка зуба возвышается над десной. Шейка — суженая часть, расположена на границе между коронкой и корнем. Корень зуба находится в альвеолярной ячейке челюсти. Он соединяется с ней при помощи соединительной ткани, носящей название — периодонт.

Коронка снаружи покрыта эмалью, которая является самой твердой тканью организма. Цемент покрывает снаружи шейку и корень зуба. Под эмалью и цементом располагается основное вещество зуба — дентин, кото-

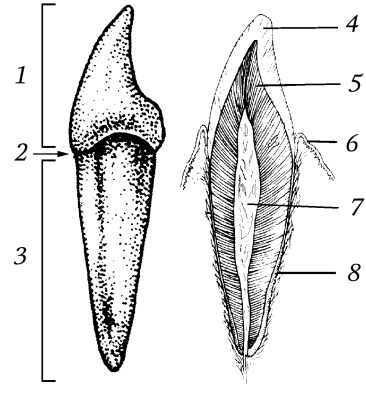


Рис. 34. Строение зуба:
1 — коронка; *2* — шейка; *3* — корень; *4* – эмаль; *5* — дентин; *6* — десна; *7* — пульпа; *8* — цемент

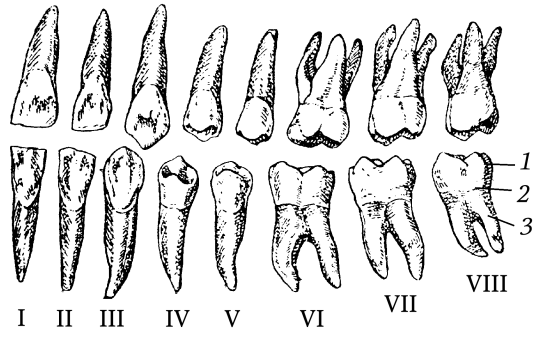


Рис. 35. Постоянные зубы человека:
I, II — резцы; III — клык; IV, V — малые коренные зубы; VI,VII,VIII — большие коренные зубы; *1* — коронка; *2* — шейка; *3* — корень

рый по строению и химическому составу схож с костью. В центре зуба, в дентине, имеется полость, в которой находится пульпа: рыхлая соединительная ткань, сосуды и нервы, питающие и иннервирующие зуб. Сосуды и нервы входят в зуб через отверстие на верхушке корня.

У взрослого человека *по расположению и функции* различают 4 типа зубов: *резцы, клыки, малые и большие коренные зубы* (рис. 35). *Резцов* всего 8, по 4 на каждой челюсти. Они находятся спереди и имеют коронку плоской формы с режущим верхним краем. *Клыки* располагаются за резцами по одному с каждой стороны. Коронка клыков конической формы, на конце заострена. Резцы и клыки имеют один корень и выполняют функцию захвата пищи. *Малые коренные зубы* (премоляры) расположены за клыками. Всего их 8. Они имеют один корень. Коронка малых коренных зубов на жевательной поверхности уплощена, образует 2 конических бугорка. *Большие коренные зубы* (моляры) имеют несколько корней и обширную бугристую жевательную поверхность. У моляров нижней челюсти два корня, а верхней — три. Малые и большие коренные зубы выполняют собственно функцию жевания.

Числовая запись количества зубов называется зубной формулой. Для взрослого человека зубная формула выглядит следующим образом:

3212	2123
3212	2123

Это говорит от том, что на одной половине каждой челюсти человека располагаются последовательно 2 резца, 1 клык, 2 малых коренных и 3 больших коренных зуба.

Для молочных зубов формула несколько иная:

2012	2102
2012	2102

Всего на одной половине челюсти у ребенка располагается 5 зубов. Следовательно, общее их количество равно 20, так как отсутствуют малые коренные зубы, и на их месте расположено по 2 моляра с каждой стороны.

Зубы выполняют функции захвата и измельчения пищи, способствуют чистоте и благозвучию речи.

Язык — это слизисто-мышечный орган, прикрепляющийся ко дну ротовой полости. У языка выделяют верхушку, тело и корень. На корне языка расположено скопление лимфоидной ткани — язычная миндалина.

В слизистой оболочке языка находятся выросты — сосочки, в которых расположены рецепторы общей и вкусовой чувствительности. При этом, нитевидные и конусовидные сосочки отвечают за общую чувствительность; грибовидные, желобовидные и листовидные — за вкусовую.

Мышечная ткань языка представлена поперечнополосатыми волокнами. Различают скелетные и собственные мышцы языка. Скелетные мышцы обеспечивают перемещение органа в полости рта, а собственные изменяют его форму.

Таким образом, язык выполняет функции определения вкуса пищи, ее перемешивания, формирования пищевого комка и проталкивания его в глотку. Помимо этого он способствует чистоте и благозвучию речи, участвуя в образовании большинства звуков.

Слюнные железы классифицируют по размеру на *большие* (крупные) и *малые*. В полость рта открываются протоки трех пар больших слюнных желез (см. рис. 32). Это околоушные, подъязычные и поднижнечелюстные железы. Помимо них в составе слизистой оболочки полости рта имеются многочисленные малые слюнные железы: нёбные, губные, язычные, щечные и десневые. Большие слюнные железы вырабатывают слюну только в период пищеварения. Малые функционируют и в покое, постоянно поддерживая слизистую оболочку ротовой полости в увлажненном состоянии.

По составу выделяемого секрета слюнные железы подразделяются на *белковые, слизистые* и *смешанные*. Околоушная железа выделяет жидкость, богатую белком. К слизистым относят небные и язычные слюнные железы. Смешанные слюнные железы — это подъязычная, поднижнечелюстная, губные и щечные железы.

Околоушная железа располагается книзу от наружного слухового прохода. Ее проток открывается в ротовой полости на щеке на уровне второго большого коренного зуба верхней челюсти. *Поднижнечелюстная железа* лежит кнутри и несколько книзу от тела нижней челюсти. Выводной проток железы открывается под языком. *Подъязычная железа* располагается непосредственно под слизистой оболочкой дна ротовой полости. Проток подъязычной железы открывается там же, где и выводной проток поднижнечелюстной железы. Структурно-функциональной единицей больших слюнных желез является долька.

Слюнные железы вырабатывают слюну. За сутки ее количество может достигать 1,5—2 л. В состав слюны входят органические вещества, большинство из которых составляют белки или их комплексы. *Муцин* представляет собой вещество, способствующее обволакиванию пищевого комка, облегчая его формирование и переход в глотку. *Лизоцим* обеспечивает бактерицидное свойство слюны, т. е. способность уничтожать попавшие с пищей в полость рта бактерии. В состав слюны также входит пищеварительный фермент — *амилаза*, которая расщепляет углеводы. Следует отметить, что в ротовой полости процесс расщепления углеводов только начинается, а основное действие на них пищеварительных ферментов происходит в тонкой кишке.

Таким образом, слюна выполняет ряд важных функций для обеспечения нормального процесса пищеварения. Она смачивает и разжижает пищу; способствует образованию пищевого комка; осуществляет защитную (обезвреживающую) функцию; ферменты, содержащиеся в ней, обеспечивают начальное расщепление углеводов, поступающих с пищей. Более того, вкус пищи определяется рецепторами языка только в том случае, если она увлажнена.

Регуляция секреции слюнных желез осуществляется преимущественно нервной системой. При этом под действием парасимпатической нервной системы наблюдается усиление слюноотделения — вырабатывается большое количество жидкой слюны. Под действием симпатической нервной системы возникает необильное отделение концентрированной слюны.

Следует отметить, что состав слюны и ее количество колеблются в зависимости от принимаемой пищи. Например, если в ротовую полость поступают вещества с резко выраженным кислым вкусом (лимон), то слюна выделяется в большом количестве. При этом доля органических веществ в ней снижается, а количество жидкого компонента увеличивается. При использовании в пищу преимуще-

ственно углеводов, в секрете слюнных желез возрастает содержание амилазы.

Таким образом, в полости рта происходят следующие процессы:

1. Поступление пищи.
2. Механическая обработка пищи (измельчение).
3. Смачивание пищи слюной.
4. Опробование пищи на вкус.
5. Бактерицидная обработка пищи (лизоцим слюны).
6. Частичное переваривание углеводов (за счет наличия в слюне ферментов).
7. Формирование пищевого комка.
8. Глотание.
9. Проведение воздуха при недостаточности носового дыхания.
10. Голосообразование (тембр голоса во многом зависит от положения языка, губ, щек, мягкого неба).

РОЛЬ И. П. ПАВЛОВА В ИЗУЧЕНИИ СЛЮНООТДЕЛЕНИЯ

Механизмы слюноотделения впервые изучил великий русский физиолог И. П. Павлов с помощью *фистульного метода*. Фистула — соединение протока железы с внешней средой (рис. 36). Суть эксперимента заключалась в следующем: на наружную поверхность щеки собаки выводился проток околоушной железы и слюна выделялась не в ротовую полость, а собиралась в пробирку.

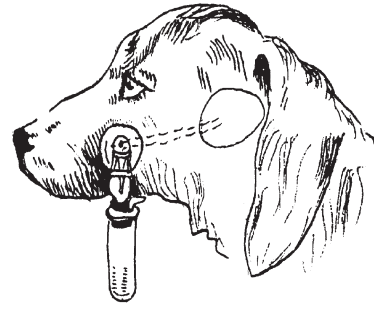


Рис. 36. Фистульный метод получения слюны

Было установлено, что центр слюноотделения находится в продолговатом мозге. Информация на слюнные железы поступает через нервы, имеющие в своем составе парасимпатические и симпатические волокна.

И. П. Павлов выделил две основные фазы секреции слюны:

1) *мозговая фаза* — происходит выделение «аппетитной слюны» при виде, запахе или мысли о пище; качественный и количественный состав слюны в эту фазу не зависит от вида и количества пищи;

2) *ротовая фаза* — происходит выделение слюны во время пережевывания пищи; качественный и количественный состав слюны в эту фазу на прямую зависит от вида и количества пищи.

ГЛОТКА

Глотка — орган воронкообразной формы, в который из полости рта попадает пережеванная и смоченная слюной пища.

Этот орган прикрепляется к основанию черепа и переходит в пищевод на уровне седьмого шейного позвонка (рис. 37). В ней осуществляется перекрест пищеварительного и дыхательного путей. Соответственно расположению глотки в ней выделяют три части:

1 — носовую (носоглотку);
2 — ротовую (ротоглотку);
3 — гортанную (гортаноглотку).

Носовая часть располагается за носовой полостью и сообщается с последней при помощи хоан. Через них воздух переходит в глотку. В носоглотку открывается слуховая (Евстахиева) труба, которая сообщает барабанную полость с глоткой. Она служит для вентиляции последней и выравнивания давления в барабанной полости с атмосферным. Поэтому носовое дыхание необходимо для нормального функционирования органа слуха.

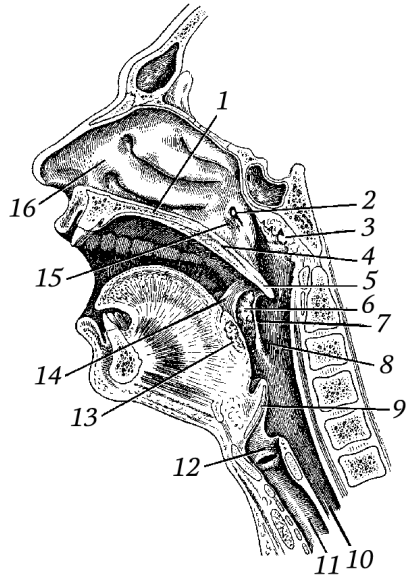


Рис. 37. Глотка:

1 — твердое нёбо; *2* — глоточное отверстие слуховой трубы; *3* — глоточная миндалина; *4* — мягкое нёбо; *5* — нёбный язычок; *6* — нёбная миндалина; *7* — нёбно-глоточная дужка; *8* — грушевидный карман; *9* — надгортанник; *10* — пищевод; *11* — трахея; *12* — гортань; *13* — язычная миндалина; *14* — нёбно-язычная дужка; *15* — трубная миндалина; *16* — полость носа

Ротовая часть располагается позади зева. Зев — относительно небольшое пространство, ограниченное двумя парами нёбных дужек по бокам, мягким небом — сверху и корнем языка — снизу. Ротоглотка простирается от уровня мягкого неба до входа в гортань. Здесь перекрещиваются пищеварительный и дыхательный пути.

Гортанная часть представляет собой самый узкий отдел глотки. Она граничит спереди с задней стенкой гортани, снизу переходит в пищевод.

Пища из ротовой полости через ротоглотку и гортаноглотку переходит в пищевод, а воздух из носовой полости идет в носоглотку, ротоглотку и в гортань. Один из хрящей гортани — надгортанник, препятствует попада-

нию пищи в дыхательные пути. Он играет роль своеобразного клапана.

В составе стенки глотки имеются три оболочки: *слизистая, мышечная* и *адвентициальная*.

Эпителий в носоглотке — мерцательный, В рото- и гортаноглотке — кожного типа. В слизистой оболочке располагаются специальные лимфоидные образования (миндалины), относящиеся к иммунной системе. Они образуют лимфоэпителиальное глоточное кольцо Пирогова — Вальдейера. В его состав входят:

— нёбная миндалина (парная) расположенная между двумя нёбными дужками;

— трубная миндалина (парная) находится возле выхода в глотку слуховой трубы;

— язычная миндалина (непарная) лежит на корне языка;

— глоточная миндалина (непарная) — на верхней стенке глотки.

Функция лимфоэпителиального кольца — обезвреживание микроорганизмов, попадающих в глотку, а также участие в иммунных процессах. Следует отметить, что с возрастом происходит утрата миндалинами своих функций. Они уменьшаются в размерах, вплоть до полного исчезновения (наступает их атрофия). У взрослого человека хорошо заметными остаются только нёбные миндалины.

Мышечная оболочка глотки представлена поперечнополосатой мускулатурой, при этом циркулярные волокна образуют мышцы-сжиматели, а продольные волокна формируют мышцы-поднимателя глотки. Сокращение мышц глотки способствует продвижению пищевого комка в пищевод.

Снаружи глотка покрыта адвентицией, которая ограничивает подвижность органа.

Таким образом, глотка выполняет функции проводника пищи из ротовой полости в пищевод и воздуха из носовой полости в гортань. Кроме того, за счет наличия кольца Пирогова — Вальдейера, она обеспечивает защиту организма от проникновения болезнетворных бактерий и вирусов.

ПИЩЕВОД

Пищевод — полый орган, длиной 25—30 см. Он начинается от глотки на уровне седьмого шейного позвонка, а заканчивается, переходя в желудок, на уровне одиннадцатого грудного позвонка. Самая большая часть пищевода располагается в грудной полости. Небольшие его части находятся в области шеи и в брюшной полос-

ти. Следовательно, в пищеводе различают **шейную, грудную** и **брюшную части.** Пищевод проходит позади трахеи и спирально обвивает грудную часть аорты (рис. 38).

Пищевод имеет три оболочки: *слизистую, мышечную* и *адвентициальную*. Слизистая оболочка имеет многочисленные продольные складки, поэтому на поперечном разрезе полость органа имеет звездчатую форму (см. рис. 31). Эти складки дают возможность пищеводу расширяться при продвижении пищевого комка. Мышечная оболочка верхней части пищевода представлена поперечнополосатой мышечной тканью. В средней трети она содержит кроме того и гладкие мышечные клетки, а в нижней части — полностью построена из гладкой мышечной ткани. В мышечной оболочке выделяют два слоя: наружный — продольный и внутренний — циркулярный. В шейной и грудной частях пищевод покрыт адвентицией, а в брюшной части — серозной оболочкой.

Основная функция пищевода — проведение пищи из глотки в желудок. Продвижение пищевого комка осуществляется за счет силы тяжести, действующей на него, и перистальтических сокращений мускулатуры органа. Жидкая пища проходит по пищеводу за 1—2 с, при этом активных сокращений мышечной оболочки не происходит. Более плотная пища продвигается в течение 3—10 с. При этом движению активно способствуют мышцы пищевода.

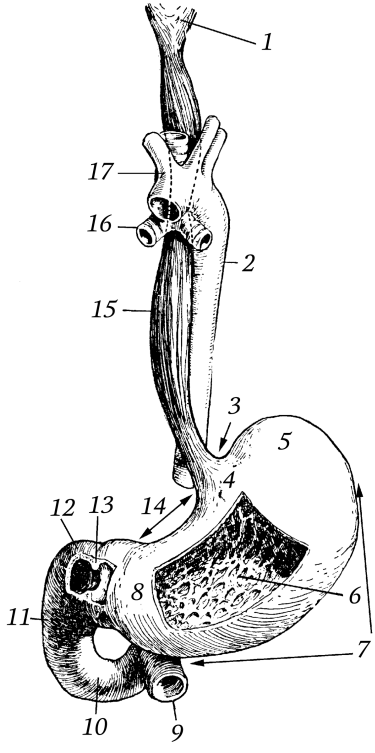


Рис. 38. Глотка, пищевод, желудок, двенадцатиперстная кишка:

1 — глотка; *2* — грудная часть аорты; *3* — кардиальная вырезка; *4* — кардиальная часть желудка; *5* — дно желудка; *6* — желудочные складки; *7* — большая кривизна; *8* — пилорическая часть; *9* — тощая кишка; *10* — горизонтальная часть двенадцатиперстной кишки; *11* — нисходящая часть двенадцатиперстной кишки; *12* — верхняя часть двенадцатиперстной кишки; *13* — пилорический сфинктер; *14* — малая кривизна; *15* — пищевод; *16* — главный бронх; *17* — дуга аорты

ГЛОТАНИЕ

Глотание — сложный рефлекторный акт, при помощи которого пищевой комок переходит из ротовой полости в желудок. Центр глотания находится в продолговатом мозге и функционально связан с дыхательным и сосудодвигательным центрами, также располагающимися в этом отделе головного мозга. Поэтому при глотании автоматически прекращается дыхание, изменяется работа сердца.

Пища после обработки в ротовой полости превращается в пищевой комок. Жевательные движения обеспечивают его продвижение к корню языка, где располагаются многочисленные чувствительные нервные окончания. От них нервные импульсы поступают в продолговатый мозг — в центр глотания. Далее по двигательным нейронам черепных нервов импульсы идут к мышцам, отвечающим за процесс глотания: язык запрокидывается назад и проталкивает пищевой комок в глотку; мягкое небо (нёбная занавеска) поднимается и полностью отграничивает носовую часть глотки от ротовой — в результате этого, пищевой комок не может попасть в полость носа. Одновременно происходит поднимание глотки и гортани. При этом надгортанник перекрывает вход в гортань, плотно закрывая его, что создает препятствие для попадания пищи в дыхательные пути. Разговор при приеме пищи может привести к попаданию пищевого комка в дыхательные пути и вызвать смерть от удушья (асфиксии).

Мышцы глотки сильным сокращением проталкивают комок через ротоглотку и гортаноглотку в пищевод. Перистальтические сокращения пищевода способствуют перемещению пищи в желудок: в том месте, где в данный момент располагается пищевой комок и чуть ниже мускулатура расслабляется, вышележащие отделы сокращаются, проталкивая его. Это движение имеет характер волны. Между желудком и пищеводом в области кардиального сужения располагается своеобразный клапан, который пропускает пищу в желудок и препятствует обратному ее движению из желудка в пищевод.

ЖЕЛУДОК

Желудок представляет собой полый мышечный орган. Он располагается в брюшной полости, преимущественно в левом подреберье. Форма желудка индивидуальна и зависит от типа телосложения, при этом у одного и того же человека она меняется в зависимости от степени наполнения. Вместимость желудка у взрослого колеблется от 1,5 до 4 л.

В желудке выделяют несколько частей (см. рис. 38). Часть желудка, в которую открывается пищевод, называется *кардиальной*.

Слева от нее расположена выступающая в виде купола кверху часть — *дно желудка*. С кардиальной частью и дном граничит самый большой отдел — *тело желудка*. *Привратниковая* (пилорическая) *часть* желудка переходит в двенадцатиперстную кишку. В месте перехода имеется сфинктер, регулирующий процесс продвижения пищи в тонкую кишку.

В стенке желудка выделяют три оболочки: *слизистую, мышечную* и *серозную*. Слизистая оболочка образует многочисленные складки. В ней расположено большое количество (до 35 млн) желез. Различают железы кардиальной части, тела и пилорического отдела. Они состоят из различных видов клеток:

1 — главные клетки — секретируют пепсиноген;

2 — обкладочные, или париетальные, клетки — вырабатывают соляную кислоту;

3 — слизистые, или добавочные, клетки — выделяют слизь.

В просвете желудка секреты всех желез смешиваются. При этом образуется желудочный сок. Его количество за сутки достигает 1,5—2 л. Такое количество сока позволяет разжижать и переваривать поступающую пищу, превращая ее в кашицу — химус.

Мышечная оболочка желудка представлена тремя слоями гладкой мышечной ткани: наружный слой мышечной оболочки — продольный, средний — циркулярный; внутренний — косые волокна.

Снаружи желудок покрывает серозная оболочка — брюшина.

Желудочный сок имеет уровень pH на пике пищеварения 0,8—1,5; натощак его pH = 6,0. Следовательно, он представляет собой сильно кислую жидкость. В состав желудочного сока входят вода (99—99,5 %), органические и неорганические вещества. Органические вещества представлены, в основном, различными ферментами и муцином. Муцин способствует лучшему обволакиванию частиц пищевого комка, защищает слизистую оболочку от воздействия на нее агрессивных факторов желудочного сока.

Основным ферментом желудочного сока является пепсин. Он вырабатывается главными клетками в виде неактивного профермента пепсиногена. Под воздействием соляной кислоты желудочного сока и воздуха, расположенного в области дна, пепсиноген превращается в пепсин, который катализирует реакции расщепления белков.

Основным неорганическим веществом желудочного сока является соляная кислота. Она секретируется париетальными клетками слизистой оболочки желудка и создает кислую среду, необходимую для образования пепсина из пепсиногена. Бактерицидные свойства желудочного сока также обусловлены наличием в его составе соляной кислоты.

Железы желудка синтезируют особое вещество — внутренний фактор Кастла. Он необходим для всасывания витамина B_{12}. В желудке происходит обработка железа соляной кислотой и превращение его в легко всасываемые формы, что играет большую роль в синтезе гемоглобина эритроцитов. При снижении кислотообразующей функции желудка и уменьшении выработки фактора Кастла (при гастритах с пониженной секреторной функцией) довольно часто наблюдается развитие анемии.

Таким образом, в желудке происходят следующие процессы:

1. Накопление пищи.
2. Механическая обработка пищевых масс (их перемешивание).
3. Денатурация белков под воздействием соляной кислоты.
4. Переваривание белков под воздействием пепсина.
5. Продолжение расщепления углеводов внутри пищевого комка под действием амилазы слюны (при контакте этого фермента с желудочным соком происходит его инактивация).
6. Бактерицидная обработка пищи соляной кислотой.
7. Образование химуса (пищевой кашицы).
8. Превращение железа в легко всасываемые формы и синтез внутреннего фактора Кастла — антианемическая функция.
9. Продвижение химуса в тонкую кишку.

РАБОТЫ И. П. ПАВЛОВА ПО ИЗУЧЕНИЮ ПИЩЕВАРЕНИЯ В ЖЕЛУДКЕ

Наиболее ценные работы по изучению пищеварения были выполнены великим русским ученым Иваном Петровичем Павловым. За работы в этой области в 1904 г. он был удостоен Нобелевской премии.

У собак он производил перерезку пищевода и выведение обоих новообразованных отверстий наружу. В результате становилось возможным осуществление опыта «мнимого кормления», когда пища после обработки в ротовой полости попадала не в желудок, а вываливалась через отверстие в пищеводе (рис. 39). При этом изучалось выделение желудочного сока через фистулу. Через нижнее отверстие на шее, тем не менее, можно было вводить пищу.

Для изучения процесса пищеварения в желудке И. П. Павлов выделял у собак небольшой участок органа с сохраненной иннервацией и кровоснабжением. Он отграничивал его в, так называемый, малый желудочек, не сообщавшийся с полостью желудка. Просвет малого желудочка выводился во внешнюю среду (накладывалась фистула малого желудочка). Таким образом, оказалось возможным

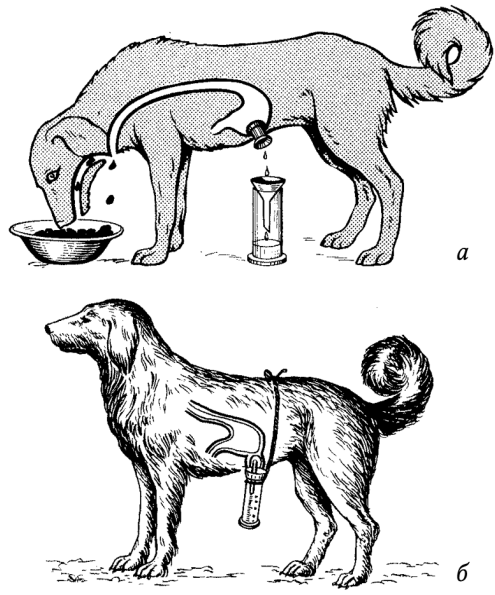


Рис. 39. Фистульные методы изучения желудочной секреции (по И. П. Павлову): *а* — опыт мнимого кормления; *б* — собака с изолированным маленьким желудочком

получить чистый желудочный сок в момент нахождения пищи в желудке. Благодаря этим опытам И. П. Павлов установил основные законы регуляции желудочного сокоотделения и выделил три основные фазы секреции желудочного сока:

1) *мозговая фаза* — происходит выделение «аппетитного желудочного сока» на вид, запах пищи, или ее нахождение в полости рта; качественный и количественный состав желудочного сока в эту фазу не зависит от вида и количества пищи;

2) *желудочная фаза* — происходит выделение сока во время переваривания пищи в желудке; качественный и количественный состав сока в эту фазу на прямую зависит от вида и количества пищи;

3) *кишечная фаза* обеспечивается влиянием с рецепторов кишечника на железы желудка: стимуляция желез желудка является результатом поступления в двенадцатиперстную кишку недостаточно физически и химически обработанного химуса, что позволяет вносить необходимые коррективы в желудочную секрецию.

Регуляция деятельности желудка происходит за счет нервных и гуморальных механизмов. Парасимпатическая нервная система увеличивает секрецию желез желудка и моторную активность мышечной оболочки; симпатическая оказывает противоположный эффект.

Гуморальная регуляция заключается в изменении количества выделяемого сока под действием различных химических веществ. Всосавшиеся в кровь глюкоза и аминокислоты уменьшают секрецию. Веществами, увеличивающими выделение желудочного сока, являются гастрин, гистамин. Они вырабатываются клетками слизистой оболочки желудка. Такие вещества, как секретин и холецистокинин угнетают секрецию. Количество и качество сока зависят также от характера принимаемой пищи. Например, при употреблении белковой пищи увеличивается количество пепсина, соляной кислоты.

ТОНКАЯ КИШКА

Кишечник состоит из двух отелов: тонкой кишки и толстой кишки (рис. 40). Общая длина кишечника составляет 6—8 м. Большую часть его (4—6 м) занимает тонкая кишка. Ее образуют двенадцатиперстная, тощая и подвздошная кишки.

Двенадцатиперстная кишка является начальным отделом тонкой кишки. Она имеет относительно небольшую длину (25—30 см) и по форме напоминает подкову. Вогнутая ее часть охватывает головку поджелудочной железы. В кишке различают *верхнюю, нисходящую, горизонтальную* и *восходящую* части. В нисходящей части открываются общий желчный проток и проток поджелудочной железы.

Значение двенадцатиперстной кишки для организма чрезвычайно велико. В ней химус подвергается ощелачиванию, воздействию желчи, сока поджелудочной железы, кишечного сока. Двенадцатиперстная кишка переходит в тощую кишку.

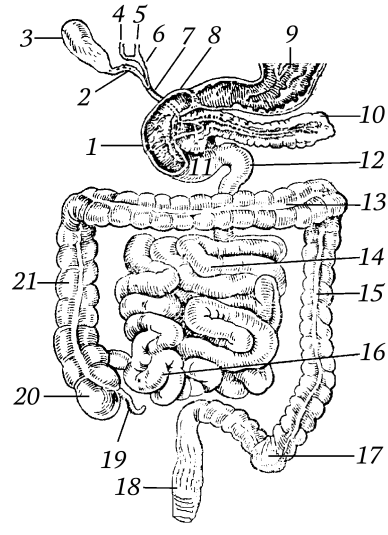


Рис. 40. Кишечник, желчевыводящие пути и поджелудочная железа:

1 — нисходящая часть двенадцатиперстной кишки; *2* — пузырный проток; *3* — желчный пузырь; *4* — правый печеночный проток; *5* — левый печеночный проток; *6* — общий печеночный проток; *7* — общий желчный проток; *8* — верхняя часть двенадцатиперстной кишки; *9* — желудок; *10* — поджелудочная железа; *11* — горизонтальная часть двенадцатиперстной кишки; *12* — двенадцатиперстно-тощекишечный изгиб; *13* — поперечная ободочная кишка; *14* — тощая кишка; *15* — нисходящая ободочная кишка; *16* — подвздошная кишка; *17* — сигмовидная ободочная кишка; *18* — прямая кишка; *19* — червеобразный отросток; *20* — слепая кишка; *21* — восходящая ободочная кишка

Тощая кишка и подвздошная кишка представляют собой единую трубку, многократно изгибающуюся в брюшной полости. Отчетливой границы между ними нет: примерно 2/5 составляет тощая кишка, а 3/5 — подвздошная. Подвздошная кишка переходит в толстую (слепую) в правой подвздошной области.

Стенка тонкой кишки состоит из слизистой, мышечной и серозной оболочек.

Площадь слизистой оболочки увеличивается в несколько раз за счет складок, ворсинок и микроворсинок. Циркулярные складки имеются по всей длине тонкой кишки. Они покрыты многочисленными ворсинками (рис. 41), которые представляют собой выросты длиной до 1 мм. В ворсинке располагаются кровеносные капилляры и один центральный лимфатический капилляр (млечный сосуд). Через эпителий кишки в них всасываются питательные вещества: в кровеносные капилляры — вода, углеводы и аминокислоты; в лимфатический капилляр — жиры.

На слизистой оболочке нисходящей части двенадцатиперстной кишки расположен большой дуоденальный (Фатеров) сосочек. На его вершине открывается общий желчный проток (по которому желчь оттекает от печени) и выводной проток поджелудочной железы. В большинстве случаев оба протока объединяются в один.

В слизистой оболочке тонкой кишки расположены скопления лимфоэпителиальной ткани — лимфоидные узелки, выполняющие в организме иммунную функцию. Единичные лимфоидные узелки расположены, преимущественно, в тощей кишке, а групповые лимфоидные узелки (Пейеровы бляшки) — чаще встречаются в подвздошной кишке.

Мышечная оболочка образована продольным и циркулярным слоями гладких мышечных клеток, которые осуществляют несколько типов мышечных сокращений тонкой кишки. Маятникообразные движения вызваны попеременным

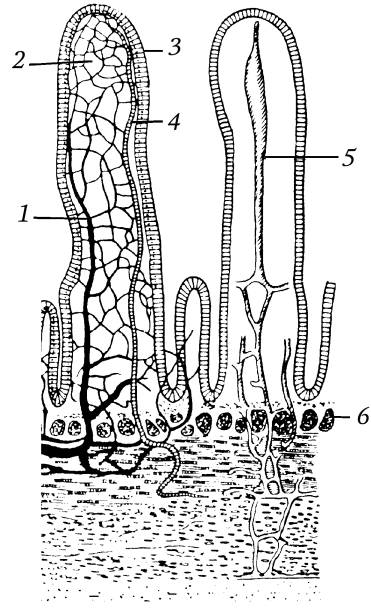


Рис. 41. Строение ворсинки тонкой кишки:
1 — артериола; *2* — капиллярная сеть; *3* — эпителий; *4* — венула; *5* — млечный (лимфатический) капилляр; *6* — железы

сокращением продольного слоя мышц относительно химуса. Это способствует перемешиванию пищевой кашицы с пищеварительными соками. Перистальтические сокращения «выдавливают» химус в нижележащие отделы желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). В тонкой кишке наблюдаются также сокращения ворсинок вдоль своей оси (их укорочение и удлинение). Это способствует «взбалтыванию» химуса, ускоряет всасывание питательных веществ, выталкивает кровь и лимфу с всосавшимися в них веществами из ворсинок в сосуды подслизистой основы. Невсосавшаяся часть пищи переходит в толстую кишку.

Серозная оболочка покрывает тонкую кишку снаружи. Тощая и подвздошная кишки подвешены на брыжейке, которая прикрепляется к задней брюшной стенке. В ее составе проходят кровеносные и лимфатические сосуды, нервы.

Железы слизистой оболочки тонкой кишки вырабатывают кишечный сок, количество которого достигает 2,5 литров в сутки. Его pH составляет 7,5—8,5. Сок богат пищеварительными ферментами, осуществляющими конечный этап расщепления белков, жиров и углеводов.

В тонкой кишке возможно одновременно полостное и пристеночное (мембранное) пищеварение. Полостное пищеварение осуществляется за счет взаимодействия питательных веществ с ферментами, свободно «плавающими» в просвете кишечника. Пристеночное пищеварение осуществляется ферментами, фиксированными к микроворсинкам эпителия пищеварительного тракта. Концентрация энзимов здесь больше, их активные центры обращены в просвет кишки, поэтому происходит более частый контакт питательных веществ с ними. Следовательно, этот тип пищеварения более эффективен. Детально пристеночное пищеварение описал русский ученый А. М. Уголев.

Активация секреции кишечного сока происходит рефлекторно при контакте химуса со стенкой кишки. Так, преимущественно углеводная диета сопровождается повышением концентрации ферментов, расщепляющих сахара. Жирная пища вызывает увеличение активности липазы. Нервная регуляция выделения кишечного сока осуществляется благодаря действию симпатической и парасимпатической систем. Парасимпатические нервные волокна активируют секрецию и перистальтику тонкой кишки, а симпатические — тормозят. Гормоны — адреналин и норадреналин угнетают секрецию и моторику; мотилин и ацетилхолин — стимулируют.

Значение для организма тонкой кишки чрезвычайно велико. В ней осуществляют свое действие на пищевую кашицу желчь, сок поджелудочной железы и кишечный сок. Здесь большая часть пита-

тельных веществ всасывается в кровь и лимфу. Непереваренный химус поступает в толстую кишку.

Таким образом, в тонкой кишке происходят следующие процессы:

1. Перемешивание химуса.

2. Эмульгирование жиров под действием желчи.

3. Переваривание белков, жиров и углеводов под воздействием ферментов, содержащихся в кишечном и панкреатическом соках.

4. Всасывание питательных веществ, витаминов и минеральных солей.

5. Бактерицидная обработка пищи за счет лимфоидных образований слизистой оболочки.

6. Эвакуация непереваренных веществ в толстую кишку.

ПЕЧЕНЬ

Печень — паренхиматозный орган, расположенный в брюшной полости, преимущественно в правом подреберье. В норме ее нижний край не выступает из-под реберной дуги. Это самая крупная железа внешней секреции в человеческом организме. Масса ее достигает 1,5 —1,7 кг. Печень состоит из двух долей: *правой* и *левой*, разделенных серповидной связкой. Правая доля в 3—4 раза больше левой (рис. 42). К диафрагме печень фиксирована серповидной и венечной связками. Печень заключена в тонкую фиброзную капсулу, которая снаружи сращена с брюшиной.

К печени кровь поступает по воротной вене (которая собирает кровь от селезенки и органов желудочно-кишечного тракта) и по печеночной артерии, которая доставляет обогащенную кислородом кровь из брюшной аорты. Отток крови от печени осуществляется по 3—5 печеночным венам в нижнюю полую вену.

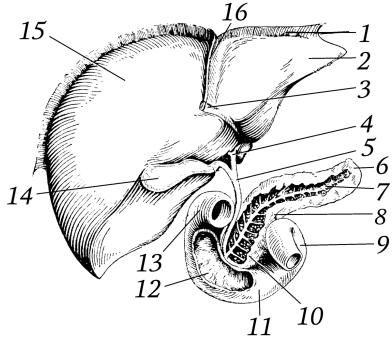


Рис. 42. Печень, желчный пузырь, двенадцатиперстная кишка и поджелудочная железа:

1 — венечная связка; *2* — левая доля печени; *3* — круглая связка печени; *4* — общий печеночный проток; *5* — общий желчный проток; *6* — хвост поджелудочной железы; *7* — проток поджелудочной железы; *8* — тело поджелудочной железы; *9* — восходящая часть двенадцатиперстной кишки; *10* — головка поджелудочной железы; *11* — горизонтальная часть двенадцатиперстной кишки; *12* — нисходящая часть двенадцатиперстной кишки; *13* — верхняя часть двенадцатиперстной кишки; *14* — желчный пузырь; *15* — правая доля печени; *16* — серповидная связка

Структурно-функциональной единицей печени является печеночная долька. Общее количество долек достигает 500 000. Дольку образуют клетки печени — гепатоциты, которые располагаются рядами в виде радиально расходящихся рядов.

Желчевыводящие пути. *Желчный пузырь.* Гепатоциты продуцируют особый секрет — желчь, которая по интраорганным путям поступает в правый и левый печеночные (долевые) протоки. При их слиянии образуется *общий печеночный проток*, который выходит из печени. Вне процесса пищеварения по *пузырному протоку* желчь поступает в желчный пузырь. Он прилежит к нижней поверхности печени и может вместить 40—80 мл жидкости. В желчном пузыре выделют *дно, тело* и *шейку*, продолжающуюся в пузырный проток. В составе стенки органа выделяют: слизистую, мышечную и наружную оболочки.

В желчном пузыре желчь концентрируется — теряет до 80 % воды. При слиянии общего печеночного и пузырного протоков формируется *общий желчный проток*. При поступлении пищи в двенадцатиперстную кишку уже концентрированная желчь выбрасывается в общий желчный проток за счет сокращения мышечной оболочки пузыря. Во время процесса пищеварения она поступает сразу в общий желчный проток, минуя пузырь. Желчный пузырь отвечает за накопление, концентрацию и выведение желчи.

Желчь вырабатывается гепатоцитами (печеночными клетками) — около 1,0 л/сут. Она имеет буро-желтый цвет и участвует в нейтрализации соляной кислоты, поступающей вместе с химусом в двенадцатиперстную кишку из желудка. В просвете кишечника создается слабощелочная среда, необходимая для процесса пищеварения. Содержащиеся в желчи желчные кислоты обеспечивают эмульгирование жиров: жировые капли распадаются на мелкие, которые затем перевариваются ферментами сока поджелудочной железы. Желчь также стимулирует моторику кишечника. Большинство компонентов желчи подвергается обратному всасыванию и с кровью снова попадают в печень для образования новых порций желчи.

Желчь секретируется гепатоцитами непрерывно, независимо от нахождения пищи в просвете кишечника. В то же время принятие пищи стимулирует ее образование уже через 5—10 мин после еды. Такие вещества, как секретин, холецистокинин активируют выделение желчи. Холецистокинин, кроме того, стимулирует моторную активность желчного пузыря, расслабляет сфинктеры, блокирующие поступление желчи в двенадцатиперстную кишку. Активирующее влияние оказывает парасимпатическая нервная система, тормозящее — симпатическая.

ФУНКЦИИ ПЕЧЕНИ

Помимо желчеобразования печень выполняет целый ряд важных для организма функций. Питательные вещества, которые всосались в кишечнике, через воротную вену попадают в печень. Там из аминокислот пищи образуются собственные белки организма. Печень является основным местом синтеза белков крови, особенно — белков свертывающей системы. Глюкоза пищи откладывается в печени в виде гликогена, который расходуется по мере необходимости. Помимо гепатоцитов в печени имеются специальные клетки-макрофаги, способные захватывать и уничтожать чужеродные вещества и микроорганизмы. Все токсические вещества, яды, всасываемые из кишечника, попадая в печень, теряют свои вредные для организма свойства. Таким образом, она обладает детоксикационной функцией. В сосудах органа может накопиться до 1 литра крови. Следовательно, самая большая железа тела человека является депо крови организма. Печень выполняет также выделительную функцию. Она удаляет из организма соли тяжелых металлов, продукты распада многих лекарственных веществ. При разрушении гемоглобина образуется билирубин, который подвергается химическим превращениям в гепатоцитах и в уже измененном состоянии выводится с желчью. Продукты превращения билирубина (например, стеркобилин, придающий характерную окраску калу) являются желчными пигментами. У плода, кроме того, печень выполняет кроветворную функцию.

Из всего вышеперечисленного видно, что роль печени не ограничивается лишь участием в пищеварении. Если печень не будет функционировать, человек не сможет прожить и суток, так как токсины, непрерывно поступающие из кишечника, угнетают все системы организма.

Таким образом, печень выполняет следующие основные функции:

1. Образование желчи.
2. Обезвреживание токсических веществ.
3. Участие в метаболизме различных химических веществ.
4. Синтез белков крови, в том числе белков свертывающей системы.
5. Выведение из организма продуктов распада некоторых веществ, солей тяжелых металлов.
6. Накопление глюкозы в виде гликогена.
7. Депонирование витаминов и минеральных солей.
8. Депонирование крови.

ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА

Поджелудочная железа — вторая по массе пищеварительная железа тела человека. Она располагается в полости живота в забрюшинном пространстве на уровне I—II поясничных позвонков. Ее масса у взрослого человека составляет 70—80 г, длина — 16—22 см. В поджелудочной железе выделяют следующие части: *головку, тело* и *хвост*. Головка поджелудочной железы лежит в подкове двенадцатиперстной кишки.

Железа состоит из собственно железистой ткани и выводных протоков. По последним осуществляется отток сока из долек в проток поджелудочной железы, который открывается в двенадцатиперстной кишке вместе с общим желчным протоком.

Поджелудочная железа является железой как внутренней, так и внешней секреции. Структурно-функциональной единицей поджелудочной железы как органа внешней секреции является *ацинус*. Его клетки и продуцируют сок поджелудочной железы (панкреатический сок), содержащий многочисленные пищеварительные ферменты.

Между дольками в области хвоста располагаются особые тканевые образования, получившие название островков Лангерганса — Соболева, являющиеся структурно-функциональной единицей эндокринной части поджелудочной железы. Их клетки секретируют гормоны: инсулин и глюкагон, поступающие непосредственно в кровь. Подробнее внутрисекреторная функция поджелудочной железы будет описана в разделе «Эндокринная система».

В сутки образуется 1,5—2 литра сока поджелудочной железы. Он обладает слабощелочной реакцией и участвует в нейтрализации соляной кислоты, поступающей вместе с химусом из желудка. Большую часть панкреатического сока составляет вода. В сухой остаток входят органические вещества и неорганические ионы (Na^+, K^+, HCO_3^-, Cl^- и др.). Органические вещества представлены, преимущественно, ферментами. Основными из них являются трипсин и химотрипсин, которые расщепляют белки. Амилаза сока поджелудочной железы расщепляет углеводы. Липаза действует на жиры, предварительно эмульгированные желчью. Ферменты поджелудочной железы довольно агрессивны, поэтому в обычных условиях они активируются в просвете тонкой кишки под воздействием кишечного сока и желчи.

Секреция панкреатического сока регулируется нервными и гуморальными механизмами. Поступление химуса в двенадцатиперстную кишку рефлекторно увеличивает выделение сока. Усилению секреции также способствуют такие вещества как секретин, холецистокинин, ацетилхолин. Тормозное влияние оказывают глюкагон, соматостатин,

адреналин. Парасимпатическая нервная система активирует, а симпатическая — угнетает секрецию панкреатического сока.

Таким образом, сок поджелудочной железы играет чрезвычайно важную роль в пищеварении, принимая участие в расщеплении белков, жиров и углеводов.

ТОЛСТАЯ КИШКА

Толстая кишка представляет собой последний отдел пищеварительного тракта. Она состоит из следующих отделов: слепой кишки с червеобразным отростком, ободочной кишки (восходящей, поперечной, нисходящей, сигмовидной) и прямой кишки. Длина толстой кишки составляет 1,5—2 м. Просвет ее значительно больше, чем у тонкой.

Слепая кишка расположена в правой подвздошной области. Она имеет форму полусферического мешка и длину 6—12 см. От нее отходит червеобразный отросток (аппендикс). Длина отростка в среднем равна 9 см. Его форма и расположение варьируют. Однако чаще всего он располагается кзади и книзу от конца подвздошной кишки. Полость аппендикса, как правило, заполнена слизью. Стенка отростка содержит большое количество лимфоидных образований, играющих важную роль в становлении иммунитета.

В слепую кишку открывается подвздошная кишка. В этом месте располагается своеобразный клапан, состоящий из двух складок слизистой оболочки. Этот клапан (Баугиниева заслонка) регулирует поступление содержимого подвздошной кишки в толстую и препятствует обратному его движению.

Ободочная кишка — наиболее длинный отдел толстой кишки. Она состоит из четырех частей: восходящей, поперечной, нисходящей и сигмовидной ободочных кишок, границы между которыми весьма условны. Восходящая ободочная кишка отходит от слепой кишки в вертикальном направлении. Поперечная ободочная кишка идет горизонтально в верхней части брюшной полости. Нисходящая ободочная кишка располагается в левой половине брюшной полости, опускается вертикально вниз. Сигмовидная ободочная кишка располагается в левой подвздошной области, имеет *S*-образную форму, продолжается в прямую кишку.

Прямая кишка располагается в полости малого таза и имеет длину 15—20 см. По форме она не прямолинейна, как можно думать, судя по ее названию, а образует два изгиба (рис. 43), расположенных в сагиттальной плоскости: крестцовый и промежностный. Прямая кишка состоит из *надампулярной части, ампулы* (расширен-

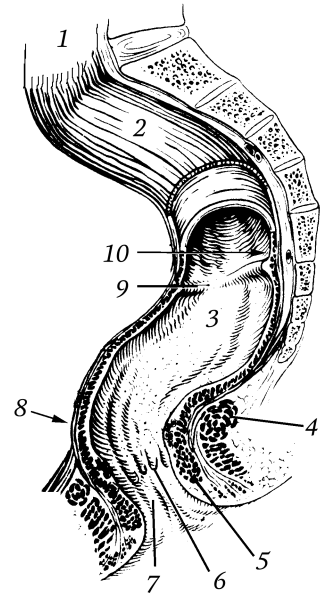


Рис. 43. Прямая кишка:
1 — сигмовидная ободочная кишка; *2* — надампулярная часть прямой кишки; *3* — ампула прямой кишки; *4* — наружный сфинктер; *5* — внутренний сфинктер; *6* — анальные пазухи; *7* — анальный канал; *8* — промежностный изгиб; *9* — поперечная складка; *10* — крестцовый изгиб

ная часть) и *анального канала* (суженная часть). Заканчивается она анальным отверстием.

Стенка толстой кишки состоит из слизистой, мышечной и серозной оболочек. Слизистая оболочка толстой кишки имеет полулунные складки. В ней отсутствуют ворсинки (специфичные для тонкой кишки), однако она характеризуется наличием глубоких и широких крипт (углублений). В слизистой оболочке располагаются железы. Их секрет практически не содержит ферментов, но в нем присутствуют вещества, необходимые для нормального формирования каловых масс. Под слизистой оболочкой анального канала располагается геморроидальное венозное сплетение, расширение вен которого приводит к заболеванию, носящему название — геморрой.

Гладкая мускулатура представлена в толстой кишке двумя слоями: циркулярным и продольным. На выходе из прямой кишки имеются сфинктеры. Первый (внутренний сфинктер) образован гладкой мускулатурой, и сокращения его происходят непроизвольно. Второй сфинктер (наружный), состоит из поперечнополосатой мускулатуры и является мышцей промежности. Его сокращения произвольные. Сфинктеры участвуют в удержании газов и каловых масс в просвете кишки.

Наружная оболочка толстой кишки представлена брюшиной и адвентицией.

Толстая кишка выполняет ряд важных функций. Она является основным местом обитания кишечных бактерий, которые синтезируют некоторые витамины (К, В), защищают хозяина от патогенных микроорганизмов. Они способны переваривать нерасщепленные ферментами пищеварительных соков вещества, в частности клетчатку. Оставшаяся же ее часть участвует в формировании каловых масс. Однако бактерии вырабатывают и токсичные для орга-

низма вещества: сероводород, индол, скатол, которые обезвреживаются в печени.

В толстой кишке осуществляется окончательное всасывание воды и минеральных солей. В ней происходит образование каловых масс, окрашенных желчными пигментами, и их выведение. С каловыми массами удаляются невсосавшиеся частицы пищи, бактерии, отслоившийся эпителий желудочно-кишечного тракта, вода (до 150 мл) и пр.

При заполнении прямой кишки возникает позыв к дефекации. Сокращение мышц диафрагмы таза способствует эвакуации содержимого прямой кишки. Мышцы брюшного пресса повышают внутрибрюшное давление, что также способствует изгнанию экскрементов. Сфинктеры прямой кишки расслабляются, и каловые массы удаляются из организма. Дефекация протекает как произвольный акт. При значительном наполнении прямой кишки она приобретает непроизвольный характер. Рефлекторный непроизвольный центр дефекации располагается в крестцовых сегментах спинного мозга.

Регуляция моторной активности толстой кишки осуществляется нервными и гуморальными механизмами. Парасимпатическая нервная система оказывает активирующее, а симпатическая — тормозное влияние на моторику. Серотонин и адреналин угнетают, а ацетилхолин усиливает сокращения мышечной оболочки толстой кишки.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГОЛОДА И ЖАЖДЫ. АППЕТИТ

Отсутствие приема пищи вызывает появление чувства голода. Чувство голода — ощущение, проецирующиеся в области желудка в виде жжения, «сосания под ложечкой», боли, сопровождающееся повышенной возбудимостью, слюнотечением, иногда головокружением и головной болью, общей слабостью. Голод вызывает специфическое изменение психики — как правило, имеет отрицательную эмоциональную окраску. Поведение человека, испытывающего это чувство, сводится к поиску вариантов удовлетворения жизненно важной потребности в пище. Как правило, чем дольше существует чувство голода, тем интенсивнее проявляются вышеописанные признаки. С чувством голода тесно связано понятие аппетита. *Аппетит* — желание приема пищи. Причем в отличие от голода, аппетит, как правило, характеризуется специфичностью, т. е. желанием приема определенного вида пищи. Чувство голода провоцируют следующие факторы:

— снижение концентрации глюкозы и др. питательных веществ в крови (их содержание определяют хеморецепторы, расположенные в гипоталамусе);

— отсутствие пищи (химуса) в желудочно-кишечном тракте и возникновение голодной перистальтики.

Эти факторы вызывают активацию *центра голода*, который расположен в гипоталамусе. Он тесно взаимосвязан с *центром сытости* (также находится в гипоталамусе). Возникновению чувства сытости (насыщения) способствуют следующие факторы:

— стимуляция рецепторов ротовой полости во время жевания и проглатывания пищи;

— растяжение желудка пищевыми массами;

— раздражение хеморецепторов, определяющих уровень глюкозы в крови и спинномозговой жидкости;

— увеличение запасов белков, жиров и углеводов, повышение температуры тела.

Довольно часто встречаются заболевания, сопровождающиеся изменением аппетита. Повышенное желание к приему пищи называется булимией. Наоборот, отсутствие стремления к приему пищи носит название анорексии. Избыточное употребление пищи, несоответствующее уровню обмена веществ и энергетических потребностей, приводит к ожирению. Наоборот, недостаток пищи чреват истощением.

Недостаточное содержание в организме воды вызывает появление чувства жажды, которое проявляется сухостью во рту и горле, общей слабостью, желанием пить. Центр жажды также располагается в гипоталамусе. Появление этого чувства связано с активацией осморецепторов, локализующихся в данном отделе головного мозга.

Чувства голода и жажды являются общими ощущениями, направленными на удовлетворение основных жизненных потребностей. Они необходимы для поддержания постоянства внутренней среды организма. Центры голода, жажды и сытости влияют на выработку гормонов гипоталамо-гипофизарной системы, обеспечивая характерные поведенческие реакции.

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

Для нормального процесса пищеварения и наиболее полноценного усвоения пищи необходимо строго соблюдать режим и рацион питания. *Режим питания* — частота и периодичность приема пищи. *Рацион* — качественный и количественный состав принимаемой пищи за сутки. Для наилучшего функционирования желудочно-кишечного тракта пищу надо принимать в одно и то же время. Наиболее приемлемым считается трех-четырех разовое питание. Оптимальным считается прием самого большого количества пищи во время обеда. В суточный рацион должны входить продукты, содер-

жащие в определенных соотношениях белки, жиры и углеводы (примерно, 1 : 1 : 4). Обязательным условием является получение человеком необходимых для нормальной жизнедеятельности витаминов и минеральных веществ.

Следует подчеркнуть, что пища должна быть сбалансированной по качественному и количественному составу, механически, химически и термически щадящей и доброкачественной. Кроме того, ее следует подвергать соответствующей кулинарной обработке. Наиболее легко усваивается вареная, молочная и мучная пища, фрукты и ягоды. Для нормального развития и жизнедеятельности организма пища должна быть полноценной и разнообразной. Принимаемая пища должна быть тщательно пережевана, что облегчает действие на нее пищеварительных соков.

Однако с пищей в организм человека могут поступить болезнетворные бактерии, гельминты, токсические вещества. Одними из распространенных заразных заболеваний желудочно-кишечного тракта являются глистные заболевания, или гельминтозы. При попадании в желудочно-кишечный тракт патогенных бактерий могут возникнуть как относительно легкие, так и смертельно опасные заболевания. *Дизентерия, холера, брюшной тиф, псевдотуберкулез* — вот далеко не полный список заболеваний, вызываемых различными микроорганизмами, проникающими в организм через пищеварительный канал. Они характеризуются, как правило, диареей, повышенной температурой тела. При холере человек за сутки может потерять 10—15 л воды. Бактериальные заболевания также могут передаваться домашними насекомыми: мухами, тараканами.

При употреблении некачественной, несвежей пищи в организм могут попасть токсические вещества. Например, при употреблении в пищу просроченных консервов может возникнуть заболевание — ботулизм, которое является чрезвычайно опасным для организма и может привести к быстрой смерти.

Употребление алкоголя приводит к скорой гибели клеток печени и поджелудочной железы. Это приводит к циррозу печени (замещение ее паренхимы соединительной тканью), некрозу (распаду) поджелудочной железы, не говоря о губительном влиянии алкоголя на головной мозг и организм в целом.

Курение является фактором, предрасполагающим к таким заболеваниям, как хронический гастрит (воспаление слизистой оболочки желудка), язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, рак языка, пищевода и желудка.

РОЛЬ МИКРОФЛОРЫ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА

Пищеварительный тракт человека обильно «заселен» различными микроорганизмами. При этом в одних отделах их мало или почти нет, а в других — очень много.

В полости рта, несмотря на бактерицидные свойства слюны, содержится достаточно большое количество микробов: 10^7—10^8 в 1 мл ротовой жидкости. Содержимое желудка здорового человека из-за бактерицидных свойств желудочного сока на высоте пищеварения является стерильным, однако в начальной фазе пищеварения обнаруживается относительно большое число микроорганизмов (до 10^3 в 1 мл содержимого), проглатываемых со слюной. Примерно такое же число их в двенадцатиперстной кишке и начальном отделе тощей кишки. В содержимом подвздошной кишки микроорганизмы обнаруживаются регулярно, в среднем 10^6 в 1 мл содержимого. В содержимом толстой кишки число бактерий максимальное — 10^{12-16} в 1 мл содержимого.

В формировании микрофлоры пищеварительного тракта велика роль пищеварительных секретов. Бактерицидное действие на микрофлору оказывают лизоцим слюны, соляная кислота и ферменты желудочного сока. В тонкой кишке количество и свойства микрофлоры зависят от состава панкреатического и кишечного соков, а также желчи. Баугиниева заслонка предотвращает перемещение микроорганизмов из толстой кишки в тонкую. Следует отметить, что на количество микрофлоры оказывает влияние и содержание питательных веществ в химусе, которые необходимы для жизнедеятельности самих микроорганизмов. Поэтому для поддержания стабильного числа нормальной микрофлоры важны сбалансированность и адекватность питания.

На состав и количество микроорганизмов в пищеварительном тракте также оказывает влияние прием различных лекарственных веществ, особенно антибиотиков, что и ведет к нарушению эубиоза. При этом изменяется характерное взаимоотношение между различными видами микрофлоры пищеварительного канала и развивается так называемый *дисбактериоз*. При дисбактериозе микрофлора не выполняет присущие ей функции, что отражается на жизнедеятельности организма человека в целом.

Для восстановления нормальной микрофлоры кишечника используется целый ряд лекарственных препаратов — так называемых эубиотиков (бифидумбактерин, лактобактерин), но наиболее важным является профилактика развития дисбактериоза, что достигается соблюдением режима питания (введение в рацион кисломолочных продуктов, фруктов и овощей).

Глава 4

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Дыхание — это совокупность процессов, обеспечивающих поступление во внутренние среды организма кислорода, использование его для окисления органических веществ и удаления из организма углекислого газа.

Дыхание состоит из ряда этапов:

1. Транспорт газов к легким и обратно — *внешнее дыхание*.

2. Поступление кислорода воздуха в кровь через альвеолярно-капиллярную мембрану легких, а углекислого газа — в обратном направлении.

3. Транспорт кислорода кровью ко всем органам и тканям организма, а углекислого газа — от тканей к легким.

4. Обмен газов между тканями и кровью: кислород перемещается из крови в ткани, а углекислый газ — в обратном направлении.

5. Тканевое, или *внутреннее дыхание*, целью которого является окисление органических веществ с выделением углекислого газа и воды.

Дыхание является одним из основных процессов, поддерживающих жизнь. Прекращение его даже на небольшой срок ведет к скорой гибели организма от кислородной недостаточности.

Поступление в организм кислорода и выведение из него во внешнюю среду углекислого газа обеспечивается органами дыхательной системы (рис. 44). Различают *дыхательные* (воздухоносные) *пути* и *собственно дыхательные органы* — легкие. Дыхательные пути в связи с вертикальным положением тела делятся на *верхние* и *нижние*. К верхним дыхательным путям относят: полость носа, носо-

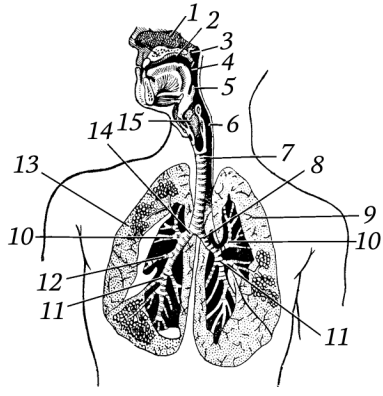


Рис. 44. Органы дыхательной системы:
1 — полость носа; *2* — полость рта; *3* — носоглотка; *4* — ротоглотка; *5* — надгортанник; *6* — гортаноглотка; *7* — трахея; *8* — левый главный бронх; *9* — левое легкое; *10* — верхнедолевой бронх; *11* — нижнедолевой бронх; *12* — среднедолевой бронх; *13* — правое легкое; *14* — правый главный бронх; *15* — гортань

глотку и ротоглотку. Нижние дыхательные пути — это гортань, трахея и бронхи, включая их внутрилегочные разветвления — бронхиальное дерево. Их просвет всегда зияет, и воздух свободно циркулирует в обе стороны. Внутренняя (слизистая) оболочка дыхательных путей, выстлана мерцательным эпителием и содержит железы, вырабатывающие слизь. Благодаря этому вдыхаемый воздух очищается, увлажняется и согревается.

ВЕРХНИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПУТИ

Наружный нос представляет собой выступающее в виде трехгранной пирамиды образование в центральной части лица. У него выделяют: корень, спинку, верхушку и крылья. «Скелет» наружного носа образуют: носовые кости и лобные отростки верхней челюсти, а также ряд хрящей носа. Крылья имеют хрящевую основу и ограничивают отверстия — ноздри. Через них проходит воздух в полость носа и обратно. Снаружи нос покрыт кожей.

Полость носа спереди открывается ноздрями, а сзади сообщается с носоглоткой через отверстия — хоаны. По срединной линии располагается перегородка носа. Примерно у 90 % людей носовая перегородка в той или иной степени отклоняется от срединной линии. Патологией считается тот вариант, когда искривленная перегородка препятствует нормальному носовому дыханию.

В полости носа выделяют *преддверие* и *собственно полость носа*. Преддверие соответствует крыльям носа. Оно выстлано кожей и имеет волосы, которые препятствуют попаданию в дыхательные пути крупных частиц пыли.

В полости носа расположены 3 носовые раковины — верхняя, средняя и нижняя (рис. 45). Под каждой носовой раковиной располагаются соответствующие носовые ходы (верхний, средний и нижний). Между боковым краем носовых раковин и перегородкой носа находится общий носовой ход.

Стенки полости носа выстланы слизистой оболочкой. В ней различают *респираторную* и *обонятель-*

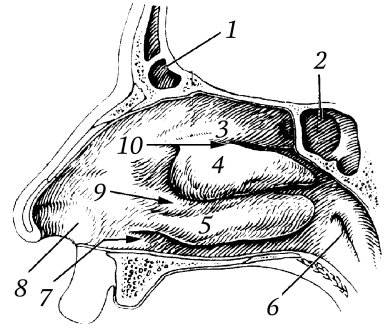


Рис. 45. Полость носа:

1 — лобная пазуха; *2* — клиновидная пазуха; *3* — верхняя носовая раковина; *4* — средняя носовая раковина; *5* — нижняя носовая раковина; *6* — глоточное отверстие слуховой трубы; *7* — нижний носовой ход; *8* — преддверие носа; *9* — средний носовой ход; *10* — верхний носовой ход

ную области. Обонятельная область находится в пределах верхнего носового хода и верхней носовой раковины. Здесь расположены рецепторы органа обоняния — обонятельные луковицы. Эпителий респираторной области — реснитчатый (мерцательный). Реснички колеблются с определенной частотой и способствуют перемещению слизи с осевшими на ее поверхности бактериями и пылевыми частицами в направлении глотки. В слизистой оболочке находятся сосудистые сплетения, которые обеспечивают согревание поступающего воздуха.

Носовое дыхание является более физиологичным по сравнению с ротовым: воздух в полости носа очищается, увлажняется и согревается. При нормальном носовом дыхании обеспечивается характерный для каждого человека тембр голоса.

Из полости носа через носоглотку и ротоглотку вдыхаемый воздух поступает в гортань. Анатомо-физиологические особенности глотки описаны в разделе «Пищеварительная система».

Околоносовые пазухи или придаточные пазухи — это воздухоносные полости в костях черепа, выстланные слизистой оболочкой, сообщающиеся с полостью носа и являющиеся резонаторами голоса. Пазухи имеются в теле верхней челюсти — верхнечелюстная (Гайморова), в лобной кости — лобная пазуха, в теле клиновидной кости — клиновидная пазуха и в решетчатой кости — ячейки решетчатого лабиринта.

ГОРТАНЬ

Гортань располагается в передней области шеи. Вверху она с помощью связок соединяется с подъязычной костью, внизу продолжается в трахею (рис. 46). Спереди гортань прикрыта мышцами шеи, сзади от нее располагается глотка, сбоку проходят сонные артерии, внутренняя яремная вена и блуждающий нерв. Снаружи гортань покрыта адвентицией.

Основу органа образуют хрящи, которые разделяют на парные и непарные. Непарными являются: щитовидный, перстневидный и надгортанный. К парным относят: черпаловидный, конусовидный и рожковидный хрящи. Хрящи гортани соединяются между собой с помощью связок и суставов.

Щитовидный хрящ в виде «щита» спереди закрывает остальные. Он легко прощупывается (пальпируется) под кожей в области шеи. Надгортанный хрящ, покрытый слизистой оболочкой, называется надгортанником. Основная его функция — препятствие для попадания воды и пищи в нижние дыхательные пути. Перстневидный

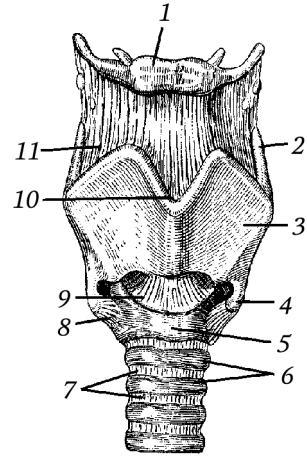


Рис. 46. Гортань. Вид спереди:
1 — подъязычная кость; *2* — верхний рог щитовидного хряща; *3* — пластинка щитовидного хряща; *4* — нижний рог щитовидного хряща; *5* — перстневидный хрящ; *6* — кольцеобразные связки трахеи; *7* — хрящи трахеи; *8* — перстне-щитовидный сустав; *9* — эластический конус; *10* — верхняя вырезка щитовидного хряща; *11* — щитоподъязычная мембрана

хрящ располагается ниже остальных и образует основание гортани. Черпаловидный хрящ парный. Он располагается сзади на пластинке перстневидного хряща. Он имеет голосовой и мышечный отростки. Между щитовидным хрящом и голосовым отростком натянута голосовая связка. Мышечный отросток служит для фиксации некоторых мышц гортани. Остальные парные хрящи имеют незначительные размеры и расположены в слизистой оболочке в области входа в гортань.

Мышцы гортани являются поперечнополосатыми и сокращаются произвольно. Их классифицируют на скелетные и собственные. Скелетные мышцы перемещают гортань вверх или вниз при глотании и образовании голоса. По классификации они являются мышцами шеи. Собственные мышцы гортани изменяют ширину входа в гортань, влияют на положение надгортанника, и, что особенно важно при голосообразовании, — изменяют ширину голосовой щели и степень натяжения голосовой связки.

В полости гортани можно выделить три отдела: верхний — *преддверие*, средний — *промежуточная часть* и нижний — *подголосовая полость* (рис. 47). Границами между отделами являются парные преддверные и голосовые складки, ограничивающие две

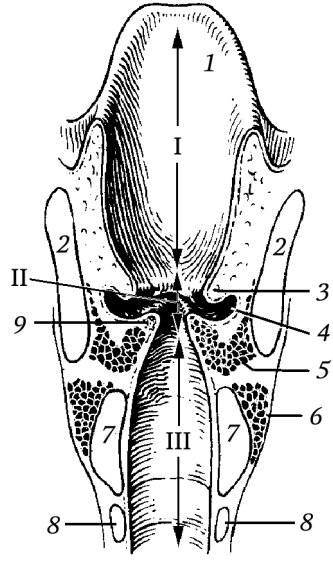


Рис. 47. Поперечный разрез гортани. Вид сзади:
I — преддверие гортани; II — промежуточная часть; III — подголосовая полость; *1* — надгортанник; *2* — щитовидный хрящ; *3* — преддверная складка; *4* — желудочек гортани; *5* — голосовая мышца; *6* — перстне-щитовидная мышца; *7* — перстневидный хрящ; *8* — хрящ трахеи; *9* — голосовая складка

щели, которые также называют преддверной и голосовой. Просвет голосовой щели более узкий и может изменяться под действием мышц гортани.

Верхний отдел гортани довольно широкий. Он простирается от входа в гортань до преддверных складок. Промежуточная часть представляет собой самый узкий отдел. Это пространство ограничено сверху преддверными, а — снизу голосовыми складками. В промежуточной части между складками с каждой стороны расположено углубление — желудочек гортани. Желудочки гортани играют роль резонаторов воздуха при голосообразовании. Ниже голосовых складок расположена подголосовая полость, которая книзу постепенно расширяется и продолжается в полость трахеи.

Изнутри гортань покрыта слизистой оболочкой, поверхность которой выстлана мерцательным эпителием. Только в области голосовой складки расположен многослойный плоский неороговевающий эпителий.

Слизистая оболочка, за исключением области голосовых складок, сращена с подслизистой основой рыхло. Особенно это характерно для области преддверных складок. В этих местах возможно возникновение отеков, затрудняющих дыхание. Такое состояние носит название «ложный круп», возникающий у детей раннего возраста.

ФУНКЦИИ ГОРТАНИ

Гортань относится к нижним дыхательным путям, обеспечивая **проведение воздуха.** В слизистой оболочке гортани и трахеи располагаются многочисленные рецепторы, при раздражении которых возникает так называемый кашлевой рефлекс, являющийся **защитным** механизмом при попадании большого числа пылевых частиц. Одновременно гортань является **органом голосообразования.**

Голосообразование осуществляется благодаря голосовым связкам, расположенным в одноименных складках. При разговоре ширина голосовой щели изменяется — то суживается, то расширяется. Существенную роль в произнесении звуков играет степень натяжения голосовых связок. Они напрягаются и расслабляются под влиянием соответствующих мышц. На выдохе струя воздуха, проходя через голосовую щель, приводит связки и складки в колебательные движения. При этом образуются звуки, характер которых зависит от частоты и амплитуды колебания связок. Частота колебания определяет высоту голоса, а амплитуда — его силу. Кроме того, голос зависит от положения языка, губ, мягкого неба, проходимости полости носа и его придаточных пазух. Мужчины обладают более длинными голосовыми складками по сравнению с женщинами. Поэтому мужской голос, как правило, ниже женского.

ТРАХЕЯ И ГЛАВНЫЕ БРОНХИ

Трахея (дыхательное горло) — полая цилиндрическая трубка, длиной 11—13 см. Она начинается от гортани на уровне VII шейного позвонка. Между IV и V грудными позвонками она делится на два главных бронха. В трахее выделяют *шейную* и *грудную* части.

Основу органа составляют 15—20 хрящевых полуколец, которые соединяются между собой с помощью связок. Задняя стенка лишена хрящевой ткани — это перепончатая часть трахеи. Ее основу составляет соединительная ткань и гладкие мышцы, расположенные в поперечном направлении. Благодаря наличию хрящевых полуколец трахея не спадается при дыхании. Снаружи орган покрыт адвентициальной оболочкой.

Слизистая оболочка трахеи выстлана мерцательным эпителием. В ней содержатся многочисленные железы.

Главные бронхи расходятся под углом 70 градусов. Правый главный бронх короче и шире, он расположен более вертикально и является непосредственным продолжением трахеи. Вследствие данной особенности инородные тела чаще попадают в этот бронх.

Главные бронхи входят в состав ворот легких, внутри которых они разделяются на долевые бронхи. Стенка главных бронхов имеет сходные принципы строения со стенкой трахеи.

ЛЕГКИЕ

Легкое — это паренхиматозный орган, расположенный в грудной полости (рис. 48). В каждом легком выделяют *диафрагмальную, реберную, средостенную* и *междолевые* поверхности. Свое название поверхности легких получили от образований, к которым они прилежат: диафрагмальная поверхность соприкасается с диафрагмой, реберная — с внутренней поверхностью ребер, средостенная — с органами средостения, междолевые поверхности долей легкого прилежат друг к другу.

Каждое легкое имеет *верхушку* и *основание*. Верхушка располагается над ключицей, выступая примерно

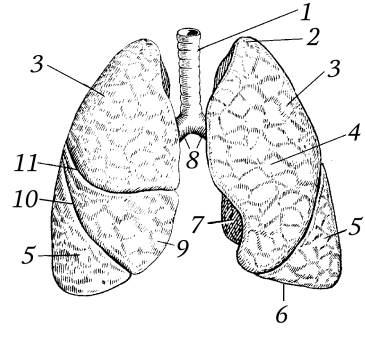


Рис. 48. Легкие:

1 — трахея; *2* — верхушка легкого; *3* — верхняя доля; *4* — реберная поверхность; *5* — нижняя доля; *6* — нижний край; *7* — средостенная поверхность; *8* — главные бронхи; *9* — средняя доля; *10* — косая щель; *11* — горизонтальная щель

на 2 см выше нее. Основание соответствует диафрагмальной поверхности. Снаружи легкие покрыты серозной оболочкой — плеврой.

Каждое легкое состоит из долей, разделенных щелями. В правом легком различают три доли: *верхнюю, среднюю* и *нижнюю*. В левом — две: *верхнюю* и *нижнюю*. Косая щель имеется в каждом легком. В левом легком она отделяет нижнюю долю от верхней. В правом — нижнюю от верхней и средней. В правом легком кроме косой щели имеется горизонтальная щель. Она отделяет от верхней доли треугольный участок — среднюю долю.

Доли легких состоят из сегментов. *Сегмент* — это участок доли в форме конуса, который обращен основанием к поверхности легкого, а верхушкой — к его корню. Между собой сегменты разделены рыхлой соединительной тканью. Это дает возможность при некоторых хирургических вмешательствах удалять не всю долю легкого, а лишь пораженный сегмент. В обоих легких выделяют по 10 сегментов. Сегменты состоят из долек. *Долька* — это участок легкого, имеющий пирамидальную форму. Максимальный ее размер не превышает 10—15 мм. В общей сложности в обоих легких насчитывается около 1000 долек.

На средостенной поверхности располагаются *ворота* легких, куда входят главный бронх, легочная артерия и нервы, а выходят две легочные вены и лимфатические сосуды. Эти образования, окруженные соединительной тканью, составляют *корень* легкого. Легочная артерия несет бедную кислородом (венозную) кровь от правого желудочка сердца. Легочные вены транспортируют артериальную, насыщенную кислородом кровь в левое предсердие. Основным предназначением малого круга остается удаление из крови углекислого газа и насыщение ее кислородом.

Бронхиальное дерево. Главный бронх в воротах легкого делится на долевые бронхи (в правом — 3, в левом — 2). Эти бронхи входят в каждую долю и разделяются на сегментарные (по 10 сегментарных бронхов в каждом легком). В пределах сегмента бронхи совершают 9—10 делений (субсегментарные бронхи). Бронх диаметром около 1 мм входит в дольку легкого, поэтому называется *дольковым*. Он также многократно делится. Бронхиальное дерево заканчивается *концевыми* (терминальными) *бронхиолами*.

Слизистая оболочка внутрилегочных бронхов изнутри выстлана мерцательным эпителием. В ней располагаются многочисленные слизистые железы. Реснички эпителия перемещают слизь с осевшими на ней частицами вверх, по направлению к глотке.

Под слизистой оболочкой располагаются гладкие мышечные клетки, а снаружи от них — хрящ. Хрящевые полукольца в стенке главного бронха превращаются в долевых бронхах в хрящевые

кольца. С уменьшением калибра уменьшаются размеры хрящевых пластинок. Постепенно кольца превращаются лишь в небольшие «включения» хряща. Выраженность гладких мышц с уменьшением диаметра бронхов возрастает. Наружная оболочка представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью, которая отделяет бронхи от паренхимы легких.

Бронхиолы, в отличие от бронхов, не имеют в стенке хрящевых элементов, их средняя оболочка представлена только гладкой мускулатурой.

Терминальные бронхиолы заканчивают воздухоносный отдел дыхательной системы. Они переходят в *респираторные* (дыхательные) бронхиолы, которые разделяются на ветви I—III порядков. Их отличительной особенностью является наличие отдельных тонкостенных выпячиваний — альвеол (рис. 49). Респираторные бронхиолы III порядка дают начало альвеолярным ходам, которые за-

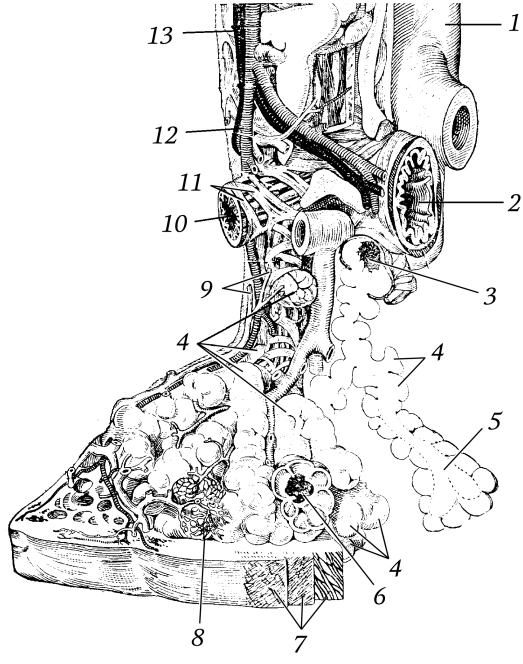


Рис. 49. Схема внутреннего строения легкого:

1 — ветвь легочной артерии; *2* — сегментарный бронх; *3* — терминальная бронхиола; *4* — альвеолы; *5* — альвеолярный ход; *6* — респираторная бронхиола; *7* — висцеральная плевра; *8* — сеть капилляров; *9* — нервные волокна; *10* — субсегментарный бронх; *11* — гладкие мышцы; *12* — бронхиальная артерия; *13* — бронхиальная вена

канчиваются скоплениями альвеол — альвеолярными мешочками. Респираторные бронхиолы I, II, III порядков, альвеолярные ходы и альвеолярные мешочки образуют ацинус. **Ацинус** является структурно-функциональной единицей легкого, в которой происходит обмен газов между внешней средой и кровью.

Стенка альвеол состоит из одного слоя клеток — альвеолоцитов, которые оплетены густой сетью кровеносных капилляров. Альвеолярный эпителий постоянно вырабатывает поверхностно-активное вещество, называемое сурфактантом, который снижает поверхностное натяжение и препятствует слипанию альвеол при выдохе. Он также очищает их поверхность от попавших с воздухом инородных частиц и обладает бактерицидной активностью. Таким образом, альвеолярный воздух и кровь непосредственно не сообщаются между собой. Они разделяются, так называемой, альвеолярно-капиллярной мембраной, или аэрогематическим барьером.

ПЛЕВРАЛЬНАЯ ПОЛОСТЬ

Каждое легкое снаружи покрыто серозной оболочкой — *плеврой.* Выделяют *висцеральный* и *париетальный* листки плевры. Висцеральный листок покрывает легкое со всех сторон и плотно срастается с подлежащей тканью. Париетальная плевра выстилает стенки грудной полости, диафрагму и ограничивает с боков средостение. Между висцеральным и париетальным листками образуется щелевидное пространство, называемое плевральной полостью. Каждое легкое имеет свою замкнутую плевральную полость. Она заполнена небольшим количеством (20—30 мл) серозной жидкости. Эта жидкость удерживает соприкасающиеся листки плевры друг относительно друга, смачивает их и устраняет между ними трение.

Легочная ткань очень эластична. За счет эластической тяги легкие стремятся к спадению. Препятствует их спадению наличие герметичных плевральных полостей. Они как бы фиксируют поверхность легких к стенкам грудной полости. Благодаря эластической тяге легких давление в плевральной полости всегда остается отрицательным относительно атмосферного (с разницей примерно 6 мм рт. ст.).

В случаях проникающих ранений грудной стенки, ткани легких или бронхов возможна разгерметизация плевральной полости. Она может возникать также вследствие различных патологических процессов, например, туберкулезе, сопровождающихся разрушением легочной ткани и висцеральной плевры. При этих состояниях воздух проникает в плевральную полость. Наличие воздуха в плевральной полости получило название — *пневмоторакс.* При пневмоторак-

се адекватная вентиляция легких становится невозможной. В случае обширной раны или длительного поступления воздуха в плевральную полость легкие полностью спадаются.

Накопление крови в плевральной полости носит название *гемоторакс*. При этом кровь под действием силы тяжести скапливается в нижележащих ее отделах. Продолжающееся кровотечение все больше оттесняет легкое кверху, а средостение — в здоровую сторону. В тяжелых случаях легкое полностью выключается из дыхания. Скопление в плевральной полости воздуха и крови одновременно называют *гемопневмотораксом*.

СРЕДОСТЕНИЕ

Средостение — это комплекс органов, расположенных между двумя легкими: сердце с перикардом, вилочковая железа, трахея и главные бронхи, пищевод, блуждающий нерв, грудная часть аорты, грудной лимфатический проток, лимфатические узлы. Все пространство между этими органами заполнено жировой клетчаткой и рыхлой волокнистой соединительной тканью.

БИОМЕХАНИКА ДЫХАТЕЛЬНОГО АКТА

Частота дыхания (ЧД) в покое составляет 14—18 в 1 мин и обеспечивается дыхательными мышцами. Различают мышцы вдоха и выдоха. Первые, в свою очередь, классифицируют на основные и вспомогательные. При этом вспомогательные мышцы включаются в обеспечение вдоха только в экстренных ситуациях, а в обычных условиях они выполняют иные функции. К *основным мышцам вдоха* относят: диафрагму, наружные межреберные мышцы и мышцы, поднимающие ребра. Во время вдоха объем грудной полости увеличивается в основном за счет опускания купола диафрагмы и поднимания ребер. Диафрагма, как основная мышца вдоха, обеспечивает 2/3 объема вентиляции. В обстоятельствах, затрудняющих вентиляцию легких (бронхиальная астма, пневмония), в обеспечении вдоха принимают участие *вспомогательные мышцы*: мышцы шеи (грудино-ключично-сосцевидная и лестничные), груди (большая и малая грудные, передняя зубчатая), спины (задняя верхняя зубчатая мышца).

Мышцами выдоха являются: внутренние межреберные мышцы, подреберные мышцы и поперечная мышца груди, задняя нижняя зубчатая мышца. При этом необходимо отметить, что вдох происходит более активно и с большей затратой энергии. Выдох же осуществляется пассивно под действием эластичности легких и тяжести

грудной клетки. Сокращение мышц на выдохе имеет вспомогательный характер.

Выделяют два типа дыхания — грудной и брюшной. При грудном типе преобладает увеличение объема грудной клетки за счет поднимания ребер, а не за счет опускания купола диафрагмы. Этот тип дыхания более характерен для женщин. Брюшной тип дыхания обеспечивается, в первую очередь, диафрагмой. При опускании купола происходит смещение органов живота книзу, что сопровождается выпячиванием передней брюшной стенки на вдохе. На выдохе купол диафрагмы поднимается и передняя брюшная стенка возвращается в исходное положение. Брюшной тип дыхания чаще наблюдается у мужчин.

ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ОБЪЕМЫ

Для оценки функции легких большое значение имеет определение дыхательных объемов, т. е. количества вдыхаемого и выдыхаемого воздуха. Данное исследование проводится при помощи специальных приборов — спирометров.

Определяют следующие дыхательные объемы:

1. **Дыхательный объем** (ДО) — количество воздуха, которое человек вдыхает и выдыхает при спокойном дыхании за один цикл (рис. 50). Он составляет, в среднем, 500 мл. Объем воздуха, проходящий через легкие при спокойном дыхании за одну минуту, называют минутным объемом дыхания (МОД). В состоянии покоя человеку требуется 8—9 литров воздуха в минуту, т. е. около 500 л/ч, 12000—13000 л/сут. При тяжелой физической работе МОД может многократно увеличиваться (до 80 л/мин и более).

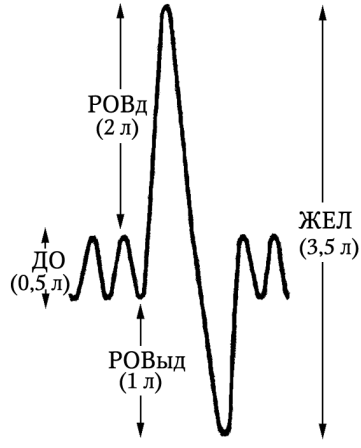


Рис. 50. Спирограмма:
ДО — дыхательный объем; РОВд — резервный объем вдоха; РОВыд — резервный объем выдоха; ЖЕЛ — жизненная емкость легких

2. **Резервный объем вдоха** (РОВд) — количество воздуха, которое человек может вдохнуть при самом сильном максимальном вдохе после спокойного вдоха, т. е. сверх дыхательного объема. Он составляет, в среднем, 2000 мл.

3. **Резервный объем выдоха** (РОВыд) — количество воздуха, которое человек может дополнительно выдохнуть после спокойного выдоха. Он составляет около 1000 мл.

4. **Жизненная емкость легких** (ЖЕЛ) — это количество воздуха, которое человек может вдохнуть и выдохнуть при глубоком дыхании. Этот объем включает в себя все предыдущие (ЖЕЛ = ДО + + РОВд + РОВыд) и составляет, в среднем, 3500 мл.

5. **Остаточный объем** (ОО) — это количество воздуха, остающееся в легких после максимального выдоха. Этот показатель, в среднем, равен 1000 мл.

6. **Общая емкость легких** (ОЕЛ) — это максимальное количество воздуха, которое может находиться в легких. Этот объем включает в себя жизненную емкость и остаточный объем (ОЕЛ = ЖЕЛ + ОО). Он составляет, в среднем, 4500 мл.

Жизненная емкость легких находится в прямой зависимости от степени развития грудной клетки. Известно, что физические упражнения и тренировка дыхательной мускулатуры в молодом возрасте способствуют формированию широкой грудной клетки с хорошо развитыми легкими. После 40 лет ЖЕЛ начинает постепенно уменьшаться.

ТРАНСПОРТ ГАЗОВ

Состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха довольно постоянен. Во вдыхаемом воздухе содержится: O_2 — около 21 %, CO_2 — 0,03 %. В выдыхаемом: O_2 — около 16—17 %, CO_2 — 4 %.

Кислород транспортируется кровью в связанном с гемоглобином виде. При этом гемоглобин превращается в *оксигемоглобин*. Углекислый газ, образовавшийся в тканях, попадает в кровь. С гемоглобином соединяется только 10 % этого газа. В результате такого взаимодействия образуется *карбоксигемоглобин*. Большая же часть CO_2 вступает в реакцию с водой и образуется угольная кислота (H_2CO_3), которая в ткани легкого распадается на исходные вещества и углекислый газ удаляется во внешнюю среду.

Появление угарного газа в составе воздуха способствует возникновению отравлений. При этом угарный газ (CO) образует с гемоглобином устойчивое соединение — *карбоксигемоглобин*, который не в состоянии связывать кислород. Кроме угарного газа существует множество других веществ, способных существенно влиять на здоровье человека. К ним относятся, например: соединения серы (сероводород, пары серной кислоты), оксиды азота, канцерогены (бензпирен) и др.

Повышенное и пониженное атмосферное давление также соответствующим образом влияют на процессы дыхания. При подъеме

выше 4000—6000 м понижение давления становится заметным, в результате у человека появляются одышка, приступы удушья, сердцебиение; некоторые участки кожи становятся цианотичными (фиолетовой окраски). Возникает, так называемая «горная болезнь».

Повышение давления наблюдается, например, при нырянии с аквалангом. Каждые 10 м глубины добавляют давление в 1 атмосферу. При этом в кровь попадает большое количество газов. При быстром подъеме с глубины давление резко снижается. Газы, растворенные в крови выходят из нее и могут образовывать пузырьки (как при открывании бутылки с газированной водой). Образовавшиеся пузырьки с током крови переносятся в мелкие сосуды и закупоривают их. Возникает кессонная болезнь, которая может привести к смерти. Чтобы избежать ее появления, подъем с глубины следует осуществлять постепенно.

РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ

Изменения состава окружающей газовой среды, тяжелая физическая работа, некоторые заболевания дыхательной системы приводят к снижению концентрации кислорода, растворенного в крови. Кислородный дефицит носит название *гипоксии*. Обменные процессы сопровождаются выделением углекислого газа, увеличение концентрации которого в организме называется *гиперкапнией*. Как правило, повышение содержания углекислого газа сопровождается закислением внутренней среды организма, или *ацидозом*.

В организме существуют специальные рецепторы, которые способны контролировать концентрации веществ, растворенных в крови. Их называют хеморецепторами. Они незамедлительно реагируют даже на малейшие изменения в содержании тех или иных веществ во внутренней среде. Эти рецепторы расположены в области бифуркации общей сонной артерии (каротидном синусе), а также в центральной нервной системе (в продолговатом мозге). В регуляции дыхания участвуют также чувствительные нервные окончания, реагирующие на растяжение легких, химическое раздражение дыхательных путей. От всех перечисленных рецепторов информация поступает в центральную нервную систему, где она интегрируется и изменяет работу дыхательного центра, который локализуется в продолговатом мозге.

Дыхательный центр регулирует частоту дыхания. При этом он обладает способностью реагировать на повышение концентрации углекислого газа в крови или спинномозговой жидкости (на снижение концентрации в этих средах кислорода он практически не реагирует). Таким образом, повышение концентрации углекислого газа в крови приводит к увеличению интенсивности дыхания. В первую

очередь увеличивается его частота. Дыхательный центр тесно связан с сосудодвигательным, также располагающимся в продолговатом мозге. Последний обеспечивает увеличение количества крови, проходящей через малый круг кровообращения. От дыхательного центра импульсы идут в спинной мозг, который обеспечивает иннервацию дыхательных мышц.

Регуляцию секреции бронхиальных желез, а также их просвета осуществляет вегетативная нервная система. Под действием симпатической нервной системы просвет бронхов расширяется, секреция угнетается. Парасимпатическая система вызывает обратные эффекты. Кроме того, угнетать работу желез и расширять просвет бронхов способны различные биологически активные вещества (адреналин, норадреналин). Противоположное действие оказывают ацетилхолин, гистамин.

Как уже отмечалось, оптимальным является носовое дыхание. Оно создает сопротивление потоку воздуха, благодаря чему определяется состав воздуха (оцениваются запахи), происходит согревание и увлажнение воздуха. При этом формируется медленное и глубокое дыхание, которое создает оптимальные условия для газообмена в альвеолах, улучшает распределение сурфактанта, препятствует спадению альвеол и, как следствие, спадению легких. При носовом дыхании также происходит очищение вдыхаемого воздуха. Крупные частицы пыли задерживаются в преддверии полости носа при прохождении через фильтр волос.

При вдыхании дыма, газов, остро пахнущих веществ происходит рефлекторная задержка дыхания, сужение голосовой щели, сужение бронхов (бронхоконстрикция). Эти рефлексы защищают нижние дыхательные пути и легкие от проникновения в них раздражающих веществ.

Временная рефлекторная остановка дыхания (апноэ) происходит при действии воды на область нижнего носового хода (при умывании, нырянии), а также во время акта глотания, предохраняя дыхательные пути от попадания в них воды или пищи. При раздражении рецепторов слизистой оболочки гортани, трахеи, бронхов возникает защитный кашлевой рефлекс: после глубокого вдоха происходит резкое сокращение мышц выдоха; голосовая щель открывается и воздух устремляется наружу. Раздражение чувствительных окончаний тройничного нерва, расположенных в слизистой оболочке полости носа вызывает рефлекс чихания. Механизм чихания аналогичен кашлевой реакции. Раздражение рефлексогенной зоны полости носа также вызывает интенсивное слезотечение. Слеза стекает через носослезный канал в полость носа, и, смывая раздражающее вещество, выполняет защитную функцию.

Глава 5

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Выделение — это совокупность процессов, обеспечивающих поддержание оптимального состава внутренней среды организма, путем удаления чужеродных веществ, конечных продуктов метаболизма, избытка воды и других веществ.

Конечные продукты метаболизма представлены различными по своей структуре и свойствам веществами. Основными из них являются: углекислый газ, мочевина, мочевая кислота, аммиак, билирубин. Некоторые вещества практически не подвергаются серьезным превращениям в организме, но определяют собой постоянство внутренней среды. В первую очередь, к ним относятся вода и ионы (Na^+, K^+, Cl^- и др.). Вода, являясь универсальным растворителем, обеспечивает удаление из организма продуктов метаболизма.

Углекислый газ — конечный продукт клеточного дыхания. Он, в основном, выводится из организма легкими. Из растворенного в плазме крови состояния он проходит через аэрогематический барьер, переводится в газообразное состояние и выделяется во внешнюю среду. С выдыхаемым воздухом также выводится из организма вода, испаряющаяся с поверхностей слизистых оболочек дыхательных путей и альвеол.

Продуктом распада белков (аминокислот) является аммиак. Он представляет собой токсичное для организма соединение. Обезвреживание аммиака происходит в печени путем образования нетоксичной мочевины. Из печени мочевина попадает с током крови в почки и выводится с мочой. Некоторая часть мочевины выводится из организма с потом.

Билирубин образуется при распаде гемоглобина. В печени он используется для образования желчи. При нарушении механизмов выведения билирубина, он накапливается в тканях. Это внешне проявляется желтушностью кожных покровов и видимых слизистых оболочек, в некоторых случаях появляется кожный зуд.

Процессы выделения в организме человека осуществляются органами, относящимися к различным системам: почками, легкими, печенью, кожей и слизистыми оболочками желудочно-кишечного

тракта. Несмотря на то, что эти органы принадлежат различным системам, имеют разное местоположение, они кроме основной функции осуществляют выделение различных продуктов обмена и функционально тесно связаны между собой. В результате чего сдвиг функционального состояния одного из органов выделения изменяет активность другого в пределах единой «выделительной системы организма». Так, например, недостаточная функция почек в определенной степени компенсируется деятельностью потовых желез: с потом выделяются мочевина, мочевая кислота, креатинин — вещества, которые в норме удаляются почками; при печеночной недостаточности, когда неудовлетворительно перерабатываются продукты белкового обмена — их выведение из организма частично обеспечивают лёгкие и т. д.

Несмотря на существующую взаимозаменяемость названных органов, основной системой выделения у человека является мочевыделительная система, на долю которой приходится удаление более 80 % конечных продуктов обмена веществ. Мочевыделительная система включает в себя органы, которые обеспечивают образование мочи — почки, и выведение ее из организма — мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал (рис. 51).

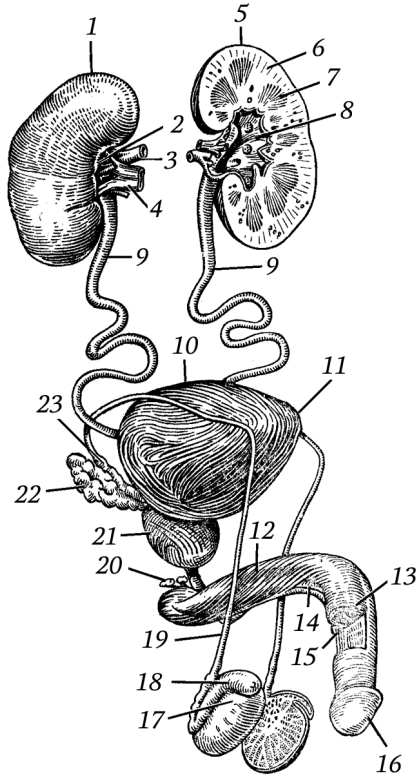


Рис. 51. Органы мужской мочеполовой системы:

1 — правая почка; *2* — ворота почки; *3* — почечная артерия; *4* — почечная вена; *5* — левая почка; *6* — корковое вещество; *7* — мозговое вещество (пирамида); *8* — почечная лоханка; *9* — мочеточник; *10* — тело мочевого пузыря; *11* — верхушка мочевого пузыря; *12* — тело полового члена; *13* — кавернозное тело; *14* — губчатое тело; *15* — мочеиспускательный канал; *16* — головка полового члена; *17* — яичко; *18* — придаток яичка; *19* — семявыносящий проток; *20* — бульбоуретральная железа; *21* — предстательная железа; *22* — семенной пузырек; *23* — ампула семявыносящего протока

ПОЧКИ

Почка — парный орган (рис. 52), образующий и выводящий мочу. Располагаются почки в поясничной области, в забрюшинном пространстве. Правая почка находится на 2—3 см ниже левой и соответствует по протяженности I, II и III поясничным позвонкам. К верхнему полюсу каждой почки прилегают надпочечники; спереди и с боков они окружены петлями тонкой кишки. Кроме того, к правой почке прилежит печень; к левой — желудок, поджелудочная железа и селезенка.

Почка имеет бобовидную форму, красно-бурый цвет, гладкую поверхность, плотную консистенцию. Средний вес органа составляет 120 г, длина — 10—12 см, ширина около 6 см, толщина 3—4 см. У почки выделяют переднюю и заднюю поверхности; верхний и нижний полюсы. Почка покрыта фиброзной капсулой, которая рыхло связана с ее паренхимой. Кнаружи от капсулы почки распо-

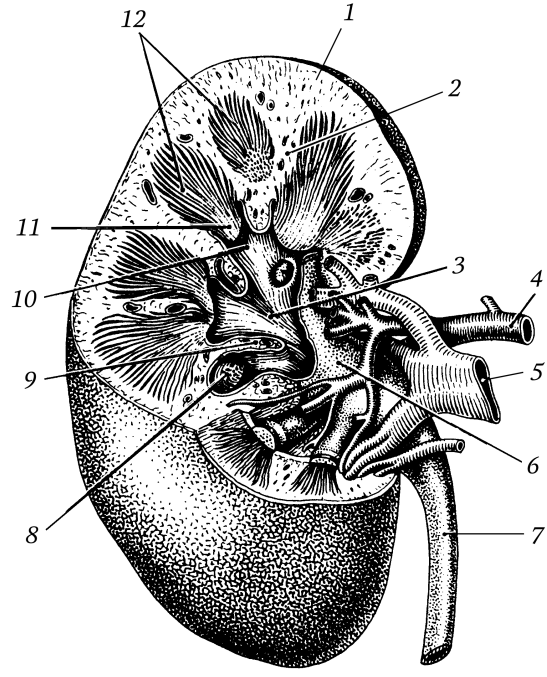


Рис. 52. Почка:

1 — корковое вещество; *2* — почечные столбы; *3* — большая чашка; *4* — почечная артерия; *5* — почечная вена; *6* — почечная лоханка; *7* — мочеточник; *8* — сосочковые проточки; *9* — почечная пазуха; *10* — малая чашка; *11* — верхушка пирамиды; *12* — мозговое вещество

лагается толстый слой жировой клетчатки, который называется жировой капсулой. На медиальном крае располагаются *ворота почки*. В них входят почечная артерия и нервы, а выходят почечная вена, лимфатические сосуды и мочеточник. Все эти образования объединяются понятием почечная ножка.

Паренхима почки состоит из двух слоев: наружного — *коркового вещества*, имеющего темно-красный цвет, и внутреннего, более светлого — *мозгового вещества*. Мозговое вещество представлено почечными (Мальпигиевыми) пирамидами (12—18). Корковое вещество на срезе почки занимает узкий наружный слой почечной паренхимы, а также участки между пирамидами, которые называют почечными столбами.

Структурно-функциональной единицей почки является нефрон, общее количество которых достигает более 2 миллионов.

Нефрон представляет собой длинный каналец, начальный отдел которого в виде двустенной чаши окружает капиллярный клубочек, а конечный — впадает в собирательную трубочку (рис. 53). В нефроне выделяют четыре отдела:

1 — почечное (Мальпигиево) тельце; 2 — извитой каналец первого порядка (проксимальный извитой каналец); 3 — петля нефрона (Генле); 4 — извитой каналец второго порядка (дистальный извитой каналец).

Почечное тельце располагается в корковом веществе почки и состоит из сосудистого клубочка, окруженного капсулой Шумлянского — Боумена. Данная капсула представляет собой чашу, состоящую из двух стенок — наружной и внутренней, между которыми имеется щелевидное пространство. Это пространство сообщается со следующим отделом нефрона.

Сосудистый клубочек представляет собой сеть соединяющихся между собой капилляров. Кровь в них

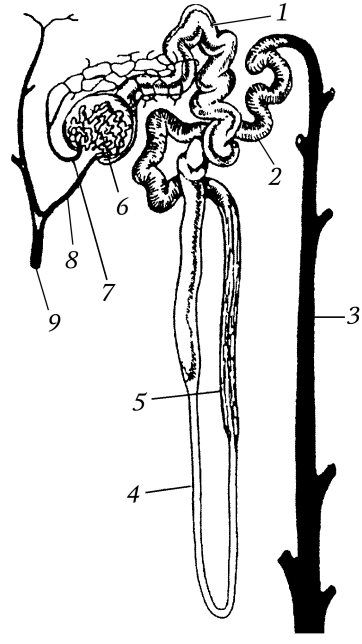


Рис. 53. Строение нефрона. Схема:
1 — проксимальный извитой каналец; 2 — дистальный извитой каналец; 3 — собирательная трубочка; 4 — нисходящий отдел петли нефрона; 5 — восходящий отдел петли нефрона; 6 — почечное тельце; 7 — выносящая артериола; 8 — приносящая артериола; 9 — междольковая артерия

проступает по приносящей артериоле, а оттекает в два раза меньшую по диаметру выносящую артериолу.

Проксимальный извитой каналец зигзагообразно опускается в мозговое вещество и переходит в петлю нефрона (Генле). Петля Генле состоит из нисходящей и восходящей частей. Нисходящая часть образует изгиб — колено, который и продолжатся в восходящую часть. Петля Генле по возвращении в корковое вещество получает название дистального извитого канальца. Он зигзагообразно поднимается вверх и впадает в начальный отдел мочевыводящих путей почки — собирательную трубочку.

ОБРАЗОВАНИЕ МОЧИ

Процесс образования и выделения мочи называют диурезом; он протекает в две фазы: фильтрацию и реабсорбцию.

В сосудистый клубочек почечного тельца кровь попадает из приносящей артериолы. Давление крови в сосудистом клубочке достаточно высокое — до 70 мм рт. ст. В просвете капсулы Шумлянского — Боумена давление составляет всего лишь 30 мм рт. ст. Внутренняя стенка капсулы Шумлянского — Боумена плотно сращена с капиллярами сосудистого клубочка, тем самым формируя своеобразную мембрану между просветом капилляра и капсулы. В то же время между клетками, образующими ее, остаются небольшие пространства — возникает подобие мельчайшей решетки (сита). При этом артериальная кровь протекает через капилляры клубочка довольно медленно, что максимально способствует переходу ее компонентов в просвет капсулы. Совокупность повышенного гидростатического давления в капиллярах и пониженного давления в просвете капсулы Шумлянского — Боумена, медленный ток крови и особенность строения стенок капсулы и клубочка создают благоприятные условия для *фильтрации* плазмы крови — перехода жидкой части крови в просвет капсулы в силу разницы давлений. Образующийся фильтрат собирается в просвете капсулы Шумлянского — Боумена и носит название *первичной* мочи.

В норме скорость клубочковой фильтрации составляет 125 мл/мин, т. е. около 180 л/сут (это в 4,5 раза больше общего количества жидкости в организме). Первичная моча отличается от плазмы крови только отсутствием в ней молекул белков, которые из-за своих размеров не могут пройти через стенку капилляров в капсулу. В ней также содержатся продукты обмена веществ и другие составные части плазмы, в том числе и необходимые для организма вещества (аминокислоты, глюкоза, витамины, соли и др.).

Первичная моча из капсулы поступает в канальцы нефрона, где осуществляется *реабсорбция* — обратное всасывание из просвета нефрона во вторичную капиллярную сеть почки глюкозы, аминокислот, витаминов, ионов Na^+, K^+, Cl^-, HCO_3^- и др. Для большинства этих веществ на мембране эпителиальных клеток канальцев существуют специальные белки-переносчики. Эти белки, используя энергию АТФ, переводят соответствующие молекулы из просвета канальцев в цитоплазму клеток. Отсюда они поступают в капилляры, оплетающие канальцы.

Многие вещества, при увеличении их концентрации в крови, перестают в полной мере подвергаться реабсорбции. К ним относится, например, глюкоза. Если ее концентрация в крови возрастает более 9—11 ммоль/л (при сахарном диабете), глюкоза начинает появляться в моче. Связано это с тем, что белки-переносчики не справляются с возросшим количеством глюкозы, поступающей из крови в первичную мочу.

Вследствие процессов реабсорбции из первичной мочи образуется *вторичная*, или конечная моча, которая и выводится из организма. Образование конечной мочи происходит по мере прохождения фильтрата по канальцам нефрона. Таким образом, из 130—200 л первичной мочи за сутки образуется и выводится из организма только около 1,5 л вторичной мочи.

Вторичная моча представляет собой прозрачную жидкость светло-желтого цвета, в которой содержатся 95 % воды и 5 % сухого остатка. Сухой остаток представлен продуктами азотистого обмена (мочевина, мочевая кислота, креатинин), солями калия, натрия и др. Чаще всего моча представляет собой слабо кислую среду (pH = = 5,0—7,0). В норме в моче присутствует пигмент — уробилин, придающий ей характерный желтоватый цвет.

Относительная плотность мочи пропорциональна концентрации растворенных в ней веществ и отражает концентрационную способность почек. В среднем ее удельный вес равен 1,012—1,025 г/см^3.

В норме белок в моче не содержится. Его появление там называется протеинурией. Это состояние свидетельствует о заболевании почек. Следует отметить, что белок может быть обнаружен в моче и у здоровых людей после большой физической нагрузки. Глюкоза у здорового человека в моче обычно не обнаруживается. Ее появление связано с избыточной концентрацией вещества в крови (например, при сахарном диабете).

В моче можно выявить ряд клеточных элементов. В норме общее количество клеток эпителия канальцев почек и мочевыводящих путей не должно превышать 0—3 в поле зрения. Таково и нормальное содержание лейкоцитов. Увеличение их количества в моче

является признаком воспалительных заболеваний почек или мочевыводящих путей. В норме эритроциты в моче встречаются также в единичном количестве. Если их содержание возрастает, говорят о *гематурии*.

Мочевыводящие пути почки. Началом интраорганных мочевыводящих путей являются собирательные трубочки, в которые приносят вторичную мочу дистальные извитые канальцы. Они расположены в мозговом веществе. Собирательные трубочки сливаются, образуя сосочковые проточки. В области верхушки пирамиды они вливаются в малые чашки (12—18). Малые чашки, объединяясь, образуют две или три большие чашки, которые переходят в расширенную полость, называемую почечной лоханкой. Из последней моча поступает в мочеточник. Стенки почечной лоханки, малых и больших чашек состоят из слизистой и мышечной оболочек. От других структур они отделены соединительной тканью. Мышечная оболочка мочевыводящих путей почки представлена гладкой мышечной тканью. Своей перистальтикой она обеспечивает активную эвакуацию мочи в мочеточник.

Регуляция мочеобразования. Количество образуемой мочи и ее состав отличаются непостоянством и зависят от времени суток, внешней температуры, количества выпитой воды и состава пищи, от уровня потоотделения, мышечной работы и других условий.

Мочеобразование зависит, прежде всего, от уровня артериального давления. На него также влияет степень кровоснабжения почек, а, следовательно, и величина просвета кровеносных сосудов этих органов. Сужение капилляров почек и падение артериального давления уменьшают, а расширение капилляров и повышение артериального давления увеличивают мочеотделение.

Интенсивность мочеобразования колеблется в течение суток: днем оно в 3—4 раза больше, чем ночью. Моча, образовавшаяся в ночные часы, более темная и концентрированная, чем дневная. При длительной физической нагрузке мочевыделение снижается из-за усиленного потоотделения — большую часть жидкости организм выделяет путем испарения. То же самое происходит и при увеличении внешней температуры: в жаркие дни количество мочи уменьшается, и она становится более концентрированной. Прием большого количества воды увеличивает диурез. Кратковременная и интенсивная мышечная работа также увеличивает мочеобразование, что зависит, главным образом, от повышения во время нагрузки артериального давления.

Важную роль в регуляции функций почек играет вегетативная нервная система. Под влиянием симпатической нервной системы

возникает сужение сосудов почек, соответственно, снижается скорость клубочковой фильтрации. Кроме того, симпатические импульсы стимулируют реабсорбцию натрия и воды, тем самым, уменьшая диурез. Парасимпатическая нервная система оказывает обратное, но менее выраженное влияние на мочеобразование.

Антидиуретический гормон (вазопрессин — гормон задней доли гипофиза) усиливает реабсорбцию воды в почечных канальцах и уменьшает диурез. Под влиянием гормона коры надпочечников — альдостерона, увеличивается реабсорбция ионов Na^+ и воды, усиливается выделение K^+. Адреналин — гормон мозгового вещества надпочечников, вызывает уменьшение мочеобразования.

В случае увеличения количества мочи, образующейся за сутки, говорят о полиурии. Снижение мочеобразования менее 500—600 мл/сут называют олигурией. Полное прекращение выделения мочи носит название анурии.

Функции почек. Основной функцией почек является удаление из организма чужеродных веществ, продуктов метаболизма, избытка воды и ионов. Она осуществляется посредством образования и эвакуации мочи. Кроме этого они выполняют и другие жизненноважные функции.

Почки участвуют в регуляции артериального давления за счет выработки *ренина*, который способствует увеличению артериального давления.

Почки являются основным местом синтеза эритропоэтина. Под его влиянием увеличивается образование клеток-предшественниц эритроцитов. Почки также являются местом образования некоторых других биологически активных веществ (простагландины, брадикинин и т. д.).

Тесно связаны с мочеобразованием и осуществляются благодаря ему следующие гомеостатические функции почек: регуляция ионного состава и кислотно-основного равновесия крови, регуляция количества внеклеточной жидкости.

МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ПУТИ

Мочеточник — парный орган, представляющий собой трубку с неравномерным просветом, длиной 30—35 см. Он служит для постоянного отведения мочи из почечной лоханки в мочевой пузырь (см. рис. 51). В нем различают *брюшную, тазовую* и *внутристеночную* части. Первые две имеют приблизительно одинаковую длину (15—17 см); последняя расположена в стенке мочевого пузыря, проходя в ней расстояние около 1,5—2 см.

Стенка мочеточника состоит из трех оболочек: слизистой, мышечной и наружной. Слизистая оболочка собрана в продольные складки. Мышечная оболочка благодаря своей перистальтике способствует поступлению мочи в мочевой пузырь. Наружная оболочка представлена адвентицией и брюшиной.

Мочевой пузырь — непарный орган, который служит для накопления мочи, непрерывно поступающей из мочеточников, и выполняет эвакуаторную функцию — мочеиспускание. Он имеет непостоянную форму и размеры, зависящие от степени наполнения мочой. Его емкость индивидуальна и колеблется от 250 мл до 700 мл. Он располагается в полости малого таза за лобковым симфизом.

В мочевом пузыре различают верхнюю часть — *верхушку*, нижнюю часть — *дно*, и среднюю часть — *тело*. Место его перехода в мочеиспускательный канал называется *шейкой*. В области шейки находится внутреннее отверстие мочеиспускательного канала.

Стенка мочевого пузыря состоит из трех оболочек: слизистой, мышечной и наружной (серозной и адвентициальной). Слизистая оболочка образует многочисленные складки, которые сглаживаются при растяжении пузыря.

В мышечной оболочке выделяют три слоя: наружный и внутренний — продольные и средний — циркулярный. Мышечную оболочку пузыря часто называют мышцей, выталкивающей мочу. В области устья мочеиспускательного канала циркулярный слой утолщается, образуя внутренний сфинктер пузыря. Внутренний сфинктер мочевого пузыря представлен гладкой мышечной тканью и является непроизвольным. Под предстательной железой расположен наружный сфинктер (мышца промежности), который состоит из поперечнополосатых мышечных волокон и является произвольным.

Мочеиспускательный канал (уретра) имеет существенные половые различия и функциональное предназначение. У мужчин он устроен более сложно, чем у женщин и служит не только для выведения мочи, но и спермы. В связи с этим строение мочеиспускательного канала будет рассмотрено в «Половой системе».

МЕХАНИЗМ МОЧЕИСПУСКАНИЯ

Мочевой пузырь заполняется мочой до определенных пределов без существенного изменения внутрипузырного давления. При дальнейшем накоплении мочи давление в нем начинает нарастать, и когда оно достигает 15—16 см вод. ст. возникает раздражение рецепторов его слизистой и мышечной оболочек. Далее включение того или иного механизма мочеиспускания зависит от возраста

человека и его индивидуальных особенностей. У младенцев данные процессы контролируются только спинным мозгом. При раздражении рецепторов пузыря по центростремительным волокнам нервные импульсы передаются в спинной мозг, где в крестцовых сегментах располагается *спинномозговой центр мочеиспускания*. Этот центр автоматически вызывает опорожнение мочевого пузыря. Поскольку у ребенка в коре головного мозга пока не сформирован центр регуляции мочеиспускания, моча, не задерживаясь, выводится из организма.

Примерно с двух лет в коре лобных долей формируется центр мочеиспускания, который позволяет усилием воли на время задержать мочеиспускание или, наоборот, его осуществить, даже когда мочевой пузырь не наполнен. Центробежные импульсы из лобных долей направляются через спинной мозг к наружному произвольному сфинктеру, состоящему из поперечнополосатых мышечных волокон. Сокращение наружного сфинктера может задержать опорожнение мочевого пузыря или прервать начавшееся мочеиспускание.

Несмотря на наличие этого центра, задержать мочеиспускание на очень длительный срок невозможно. При критическом переполнении мочевого пузыря включается защитный рефлекс — расслабление всех сфинктеров, и следующее за ним опорожнение мочевого пузыря. Данный защитный рефлекс предохраняет стенки пузыря от чрезмерного их растяжения, застаивания мочи и забрасывания ее в мочеточники и почечные лоханки.

Непроизвольное мочеиспускание у детей старшего возраста и у взрослых, а также ночное недержание мочи (энурез) свидетельствуют о поражении нервной системы и требуют специального обследования и лечения.

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ КОЖИ

Как уже отмечалось, выделительную функцию кроме органов мочевыделительной системы выполняют: кожа, печень, слизистые оболочки органов пищеварительной системы и легкие.

Выделительную функцию кожи обеспечивают потовые железы и, в меньшей степени, сальные железы. За сутки у человека в нормальных условиях выделяется от 300 мл до 1000 мл пота. Его количество зависит от температуры окружающей среды, продолжительности и интенсивности работы. Так, в условиях тяжелых физических нагрузок потовые железы выделяют до 10 л пота. С ним из организма выводится в покое до 1/3 общего количества удаляемой воды, 5—10 % всей мочевины. Кроме того, с потом удаляются: моче-

вая кислота, ионы хлора, натрия, калия, кальция, другие органические вещества и микроэлементы. При недостаточности функции почек выделение этих веществ через кожу значительно возрастает — организм пытается в определенной степени компенсировать нарушения в работе мочевыделительной системы. Известно, что для людей, страдающих тяжелой формой хронической почечной недостаточности, характерен запах мочи, исходящий от поверхности их кожи. Пот таких больных содержит большое количество мочевины, мочевой кислоты, ионов. Следует отметить, что активное функционирование потовых желез лишь частично перекрывает недостаточность в работе почек. В конечном счете, происходит накопление продуктов метаболизма, их токсическое действие на организм увеличивается, что ведет к необратимым изменениям в функционировании всего организма.

Сальные железы не играют большой роли в процессах выделения. Секрет этих желез (около 20 г/сут) на 2/3 состоит из воды, а на 1/3 — из холестерина, продуктов обмена половых гормонов и кортикостероидов.

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ЛЕГКИХ

Выделительная функция печени реализуется за счет секреции желчи (500—1000 мл/сут). С желчью из организма удаляются конечные продукты обмена гемоглобина (билирубин и его производные), продукты обмена холестерина в виде желчных кислот. В ее составе из организма выделяются ионы кальция, фосфора, лекарственные препараты, токсические вещества и т. д. Следует отметить, что вода, желчные кислоты, ионы, содержащиеся в желчи, большей частью подвергаются обратному всасыванию в кишечнике. Немаловажную роль в процессах выделения играют процессы превращения печенью токсических веществ в нетоксические, которые и подвергаются затем удалению из организма другими органами.

Желудок и **кишечник** при патологии почек обеспечивают выведение в составе пищеварительных соков мочевины, мочевой кислоты, лекарственных и токсичных веществ (ртуть, йод, салицилаты, хинин и т. д.). С калом выводится примерно 100 мл воды в сутки. Строго говоря, кал не является продуктом выделения. Ими являются лишь его компоненты, выделившиеся с желчью, пищеварительными соками и не подвергшиеся обратному всасыванию в кровь. Вещества, представляющие собой непереваренные остатки пищи, бактерии, составляют ту часть экскрементов, которая, не попадая во внутреннюю среду организма, по сути дела, транзитом проходит через ЖКТ.

Легкие удаляют из внутренней среды организма летучие вещества: CO_2, пары воды, аммиак, ацетон, этанол и др. При употреблении алкоголя в выдыхаемом воздухе определяется присутствие метаболитов спирта. У больных, страдающих сахарным диабетом, при дыхании ощущается запах ацетона. Кроме того, через дыхательные пути удаляются продукты обмена самой легочной ткани. Через слизистую оболочку дыхательных путей испаряется вода (от 300 мл/сут в покое, до 1 л/сут при учащенном дыхании). При нарушениях выделительной функции почек через слизистую оболочку бронхов и легкие увеличивается выделение мочевины. При ее разложении образуется аммиак, вызывающий характерный запах изо рта.

Глава 6

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ

Обмен веществ и энергии — основной признак, присущий всем живым существам. В организм человека постоянно поступают вещества из внешней среды: через пищеварительную систему поступают питательные вещества (белки, жиры, углеводы), витамины, вода и минеральные соли; кислород воздуха проникает в кровь через легкие. Затем с током крови вещества переносятся к клеткам и тканям. В цитоплазме и органеллах клеток происходят различные биохимические процессы, в ходе которых поступившие вещества преобразуются, расходуются с определенными целями (например, для получения энергии). Из них могут образовываться как полезные, так и вредные для организма продукты. Последние должны быть выведены во внешнюю среду. Выведение отработанных продуктов осуществляют почки, легкие, в меньшей степени, кожа и органы желудочно-кишечного тракта.

Обмен веществ и энергии (метаболизм) — это совокупность физиологических процессов, направленных на обеспечение организма необходимыми для его жизнедеятельности веществами, их превращения и использование для получения энергии и построения клеточных структур, заканчивающихся удалением во внешнюю среду ненужных продуктов происшедших реакций. В более узком смысле, метаболизм — это пути превращений какого-либо вещества (или веществ) в организме (например, метаболизм глюкозы).

ПЛАСТИЧЕСКИЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

В организме постоянно происходят процессы синтеза и распада различных структур. В частности, в клетках образуются разнообразные вещества, используемые для построения клеточных мембран, органелл и их обновления. Синтез новых веществ протекает с затратой энергии и требует исходных материалов. Последние поступают в организм либо с пищей, либо образуются при распаде старых структур. Реакции, направленные на синтез новых молекул, называются *анаболическими*. Часть обмена веществ, которая включает все анаболические реакции, происходящие в организме, называется *пластическим обменом* (анаболизмом, ассимиляцией).

Для осуществления процессов пластического обмена необходима энергия. Она образуется в результате распада сложных органических веществ (белков, жиров, углеводов) на более простые компоненты, вплоть до воды и углекислого газа. Реакции распада, сопровождающиеся выделением энергии, называются *катаболическими*. Все катаболические реакции составляют *энергетический обмен* (катаболизм, диссимиляцию). Все реакции пластического и энергетического обменов осуществляются с помощью биологических катализаторов — ферментов (энзимов).

Таким образом, метаболизм включает в себя два противоположных процесса: анаболизм и катаболизм. Они взаимно переходят друг в друга, существуют в организме совместно в течение всей жизни. Преобладание одного из них приводит к соответствующим изменениям в обмене веществ. При преобладании ассимиляции организм растет, развивается. В случае преобладания реакций диссимиляции происходит активный распад структурных элементов клеток. Это ведет к истощению, старению человека. В детском возрасте преобладают реакции пластического обмена. По мере старения организма увеличивается роль катаболических процессов, постепенно угнетается синтез новых веществ.

Основными веществами, поступающими в организм, являются: вода и растворенные в ней минеральные соли, белки, жиры, углеводы и витамины. Каждое из этих веществ имеет определенное назначение для организма, для каждого из них характерны свои пути метаболизма. Таким образом, различают следующие виды обмена веществ: обмен воды и минеральных солей, обмен белков, обмен жиров и обмен углеводов. Витамины играют, преимущественно, роль катализаторов биохимических процессов, так как большинство из них входят в состав ферментов.

ОБМЕН ВОДЫ И МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ

В различных тканях вода составляет от 10 % (в жировой) до 90 % (кровь, лимфа). В среднем на ее долю приходится 65—70 % массы тела.

За сутки в нормальных условиях человек потребляет обычно 1,5—2,5 л воды. Такое же ее количество выводится почками с мочой, с потом — через кожу, в виде водяных паров — через легкие. Однако объем выделяемой воды зависит от окружающей температуры и может возрастать или уменьшаться в несколько раз.

Вода не может служить источником энергии для организма, но она выполняет целый ряд других жизненно важных функций:

1) является универсальным растворителем — практически все вещества клеток и внеклеточных структур растворены в воде, поэтому именно в ней происходят основные метаболические процессы;

2) обеспечивает поступление в организм растворенных в ней минеральных веществ и водорастворимых витаминов;

3) препятствует переохлаждению организма, так как обладает высокой теплоемкостью;

4) обеспечивает защиту организма от перегревания за счет испарения с поверхности кожи и слизистых оболочек;

5) включается в протекание важнейших биохимических процессов и образуется в ходе них.

Минеральные вещества так же не являются источниками энергии. Они выполняют разнообразные функции. Из всех минеральных веществ наш организм наиболее богат натрием. Он содержится во внеклеточном пространстве и плазме крови в гораздо больших количествах, чем в клетках. С ним связывают такой сложный процесс, как проведение импульсов в нервной системе.

Ионы калия, в отличие от ионов натрия, содержатся преимущественно в цитоплазме клеток. Калий также необходим организму для проведения нервных импульсов, нормальной работы сердечной мышцы.

Кальций и фосфор в больших количествах содержатся в костях; кальций, фосфор и фтор — в эмали зубов. Кальций также необходим для мышечного сокращения, синаптической передачи нервного импульса; он является одним из факторов свертывающей системы крови. Железо входит в состав гемоглобина — при его недостатке возникают железодефицитные анемии.

Йод играет важную роль в гуморальной регуляции функций организма, так как он входит в состав гормонов щитовидной железы. Хлор играет важную роль в процессах передачи нервного импульса и образовании соляной кислоты желудочного сока. Цинк, медь, магний, кобальт, железо входят в состав многих ферментов.

При недостатке поступления какого-либо из этих химических элементов, возникают заболевания, сопровождающиеся тяжелыми нарушениями обмена веществ.

ОБМЕН БЕЛКОВ

Ф. Энгельс отметил, что «...жизнь — есть способ существования белковых тел...». Действительно, все живое на планете состоит из азотсодержащих соединений, являющихся структурной основой

белков. Белки состоят из аминокислот. В организме человека выделены 20 белокобразующих аминокислот. 10 из них являются заменимыми, а 10 — незаменимыми. Заменимые аминокислоты могут быть синтезированы клетками организма из других аминокислот, незаменимые не могут синтезироваться из других веществ и должны в обязательном порядке поступать с пищей. Белки пищи, содержащие полный набор аминокислот, называются *полноценными*. Как правило, полноценные белки имеют животное происхождение. В *неполноценном* белке отсутствует хотя бы одна из незаменимых аминокислот. Долговременное отсутствие в рационе даже одной аминокислоты приводит к тяжелым заболеваниям.

В ротовой полости, глотке, пищеводе белки не подвергаются воздействию специфических ферментов. Переваривание белков начинается в желудке: соляная кислота обеспечивает денатурацию белка, затем на него действует пепсин, расщепляя на молекулы меньшего размера (полипептиды).

В тонкой кишке на полипептиды воздействуют ферменты кишечного и панкреатического соков (трипсин, химотрипсин), которые расщепляют белки до аминокислот. Последние всасываются в кровь в тонкой кишке. С током крови они проходят через печень, где гепатоциты синтезируют из части поступивших аминокислот белки крови, в том числе белки свертывающей системы. Далее аминокислоты поступают в общий кровоток и переносятся ко всем органам и тканям. В клетках они служат, в первую очередь, для построения собственных белков, специфичных для организма. Процесс синтеза белка происходит на рибосомах (полисомах) под действием различных ферментов. После завершения синтеза первичной структуры белковой молекулы происходит образование вторичной, третичной структуры в комплексе Гольджи.

Обязательным компонентом молекул аминокислот является азот, поэтому определив количество азота, поступившего с пищей и удаленного из организма, можно охарактеризовать белковый обмен. В среднем, человеческому организму в сутки необходимо 100—110 г белка. Соотношение количества азота, поступившего в организм и удаленного из него, называют *азотистым балансом*. У взрослого человека в норме количество белка, поступившего в организм, равно количеству распавшегося (выводимого из организма с мочевиной и др. веществами). Это соотношение можно определить понятием *азотистое равновесие*. В детском возрасте в связи с процессами роста, количество поступающего белка превышает его распад, следовательно, организм ребенка потребляет азота больше, чем выделяет. Такой уровень белкового обмена наблюдается

у больных в стадии выздоровления и в ряде других ситуаций. Это называется *положительным азотистым балансом*. В старческом возрасте, при длительном голодании и у ослабленных больных, процессы распада белка преобладают над его поступлением — азот из организма выделяется в больших количествах, чем поступает. В этом случае имеет место *отрицательный азотистый баланс*.

В целом, белки выполняют в организме следующие основные функции:

1) пластическую (они необходимы для построения клеточных мембран, органелл, внеклеточных структур);

2) ферментативную (все ферменты в природе — белки);

3) регуляторную (некоторые белки являются гормонами, например, инсулин; из определенных аминокислот также могут быть синтезированы медиаторы — адреналин, норадреналин);

4) энергетическую — белки могут выступать в роли источников энергии: при расщеплении 1 г белка образуется 17,6 кДж энергии;

5) специфические функции (актин и миозин в мышечной ткани выполняют сократительную; фибриноген сыворотки крови — свертывающую; иммуноглобулины крови — защитную и т. д.).

Следует отметить, что белки не могут быть синтезированы из углеводов или жиров. В то же время при недостатке в организме жиров или углеводов они могут использоваться для синтеза этих веществ. Белки не депонируются в организме и при их дефиците происходит разрушение белков крови (например, антител) или белковых структур ряда органов и тканей. Освободившиеся при этом аминокислоты являются исходным материалом для обеспечения жизнедеятельности остальных клеток организма. В обычных условиях белки практически не служат для обеспечения организма энергией, используясь, преимущественно, для пластического обмена.

Конечный распад белков приводит к образованию воды, углекислого газа и аммиака. Аммиак является высокотоксичным для организма веществом. В печени из него образуется мочевина (значительно менее токсичное соединение), которая выводится из организма через почки.

На обмен белков оказывают влияние различные гуморальные факторы. Гормон роста (соматотропин), гормоны щитовидной железы (тироксин, трийодтиронин) оказывают анаболическое действие на метаболизм белков. Глюкокортикоиды, глюкагон угнетают синтез белка в клетках, увеличивают скорость выведения азота из организма.

ОБМЕН УГЛЕВОДОВ

Основным углеводом для организма человека является глюкоза. Углеводы поступают в организм, в основном, в виде полисахаридов (крахмала) и дисахаридов (сахарозы). Под действием амилазы, содержащейся в слюне, а также кишечном и панкреатическом соках, из них образуются моносахариды (глюкоза, фруктоза и др.), которые всасываются в кишечнике. По воротной вене глюкоза поступает в печень. Здесь большая ее часть идет на образование гликогена — высокомолекулярного вещества, являющегося полимером глюкозы. По мере увеличения потребности организма в глюкозе, от гликогена отщепляются остатки этого моносахарида. Они и переходят в кровь для доставки к органам и тканям. Гликоген образуется также в мышечной ткани и в небольшом количестве в ряде других внутренних органов, за исключением головного мозга.

Поступление глюкозы в клетки регулирует гормон инсулин. Он увеличивает ее количество в клетках и уменьшает в плазме крови. Под действием инсулина происходит активный синтез гликогена. Таким образом, он отвечает за утилизацию глюкозы. К гормонам, увеличивающим количество свободной глюкозы в плазме крови, относятся адреналин, глюкагон и др. Нормальная концентрация этого моносахарида в крови: 4,2—6,4 ммоль/л. Понижение уровня глюкозы ниже 4,2 ммоль/л называется гипогликемией, превышение — гипергликемией. У здоровых людей глюкоза с мочой не выделяется. Однако при увеличении ее концентрации в крови более 9—11 ммоль/л она появляется в моче, что наблюдается при сахарном диабете.

В клетках организма большая часть глюкозы идет на обеспечение энергетических потребностей. При распаде 1 г глюкозы выделяется 17,6 кДж энергии. Конечные продукты выводятся через почки (H_2O) и легкие (CO_2). Больше других органов в глюкозе нуждается головной мозг. Ее расщепление происходит путем гликолиза — анаэробное (бескислородное) окисление и в цикле лимонной кислоты (в цикле Кребса) — аэробном (кислородном) окислении. При этом выделяется 2 и 36 молекул АТФ, соответственно (всего — 38 молекул АТФ). Помимо функции энергообразования углеводы могут быть использованы организмом и с пластическими целями, например, для образования гликопротеинов. При недостатке в организме жиров, часть углеводов может расходоваться для их синтеза. Однако для образования аминокислот они использоваться не могут. Наоборот, при недостатке в организме углеводов, они могут быть синтезированы из жиров и белков.

В сутки человек должен потреблять 400—500 г углеводов. Таким образом, они являются основным компонентом в питании человека (по массе).

ОБМЕН ЖИРОВ

Жиры состоят из глицерина и высших карбоновых кислот. После обработки пищи в ротовой полости и желудке химус содержит жиры в виде крупных скоплений, капель. В таком состоянии ферменты пищеварительных соков не могут оказывать на них свое действие. Желчные кислоты, содержащиеся в желчи, эмульгируют жиры, т. е. образуют из них более мелкие капли. После этого начинают действовать липазы кишечного и панкреатического соков. Они последовательно отщепляют от глицерина остатки жирных кислот. В результате образуются три молекулы высших карбоновых кислот и одна молекула глицерина. Они переносятся из просвета кишечника в эпителий ворсинок тонкой кишки. Там образуются молекулы липидов, свойственные для данного организма. После синтеза собственных, специфичных для организма жиров, они переходят из клеток эпителия преимущественно в лимфатический (млечный) капилляр ворсинки тонкой кишки. С током лимфы, минуя печень, липиды попадают в кровь и далее направляются ко всем клеткам и тканям. Наибольшее количество липидов содержится в жировой ткани (до 90 %). Основные запасы жира находятся в организме в подкожной жировой клетчатке и в клетчаточных пространствах брюшной полости.

Липиды выполняют в организме ряд важных функций:

1) являются компонентами клеточных структур (например, фосфолипиды мембран);

2) при их распаде до CO_2 и H_2O образуется большое количество энергии (1 г жиров дает 38,9 кДж энергии); при недостаточном питании жиры используются организмом как резерв энергии;

3) с жирами в организм поступают некоторые витамины (A, D, E, K);

4) жиры подкожной жировой клетчатки плохо проводят тепло и, следовательно, принимают участие в поддержании температурного гомеостаза организма.

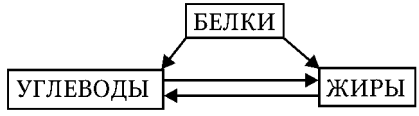
Синтез липидов в организме стимулирует, например, инсулин. Распад жиров в клетках активируют гормоны мозгового вещества надпочечников (адреналин, норадреналин), гормоны щитовидной железы (тироксин и трийодтиронин).

Следует отметить, что при избыточном потреблении жиров (в норме — около 100 г/сут) они накапливаются в депо и возникает

ожирение, сопровождающееся тяжелыми нарушениями обмена веществ. Жиры играют огромную роль в образовании атеросклеротических бляшек. При высоком содержании липидов в плазме крови (особенно холестерина) они оседают на стенках сосудов. Образовавшиеся бляшки закупоривают сосуды, препятствуя нормальному кровотоку.

Избыточное потребление углеводов также может привести к этому состоянию, так как углеводы могут превращаться в жиры путем сложных биохимических превращений.

Жиры могут синтезироваться из углеводов и белков. В обобщенном виде направления превращений питательных веществ можно представить следующей схемой:



Для нормального функционирования человеческого организма важное значение имеет не только поступление необходимого количества питательных веществ, но и их процентное соотношение между собой. Наиболее адекватным считается соотношение белков жиров и углеводов в пропорции 1 : 1 : 4.

ВИТАМИНЫ

Витамины — биологически активные вещества, необходимые в малых количествах для осуществления процессов обмена веществ и поддержания нормальной жизнедеятельности организма. Термин «витамин» образуется от лат. *vita* — жизнь. Амины — это одна из групп химических веществ, имеющих в своем составе атом азота. Первые открытые витамины относились именно к этой химической группе. Однако впоследствии были обнаружены вещества, не относящиеся к аминам, но выполняющие в организме функцию витаминов.

Большинство витаминов необходимы для нормального протекания ферментативных процессов. Многие из них являются коферментами — веществами, которые соединяются с белковой молекулой фермента и делают ее способной к осуществлению своей функции. Для нормальной жизнедеятельности организму необходимы небольшие количества витаминов, измеряющиеся миллиграммами в сутки. Они поступают с пищей, некоторые их них вырабатываются бактериями в кишечнике, синтезируются в организме. Для того чтобы в пище сохранялось наибольшее количество витаминов, необхо-

димо ограничивать ее термическую обработку и обеспечить надлежащее хранение. Необходимо отметить, что при контакте с металлами большинство витаминов инактивируется, что нужно учитывать при выборе посуды для хранения пищевых продуктов.

При поступлении в организм витаминов в количествах, несоответствующих потребностям человека, возникают заболевания, связанные с нарушениями обмена веществ. При недостаточном поступлении витаминов возникают *гиповитаминозы*, что наблюдается достаточно часто в конце зимы и начале весны из-за уменьшения потребления свежих овощей и фруктов, которые богаты витаминами. Если в пище полностью отсутствуют необходимые витамины, то развиваются *авитаминозы*. Нарушения обмена веществ, связанные с избыточным поступлением витаминов, называются *гипервитаминозами*. Они встречаются очень редко. Для возникновения гипервитаминоза необходимо, чтобы количество какого-либо витамина превышало норму в тысячи раз. Такие состояния стали возможны благодаря развитию фармацевтической промышленности и связаны с неумеренным употреблением витаминов в виде различных препаратов.

Все витамины подразделяют на жирорастворимые и водорастворимые. Жирорастворимые витамины поступают в организм с жирами пищи, без которых невозможно их всасывание. К ним относятся витамины A, D, E, K. Водорастворимые витамины — это витамины групп B и C.

Жирорастворимые витамины

Витамин A — *ретинол*, является составной частью зрительного пигмента родопсина. Помимо этого он оказывает влияние на регенерацию эпителия кожи, роговицы. При недостатке витамина возникает заболевание, называемое «куриной слепотой». Оно заключается в нарушении сумеречного зрения, т. е. в утрате способности видеть в условиях слабого освещения. Позднее поражается эпителий кожи и роговицы глаза.

Ретинол содержится в виде провитамина A (каротина) в моркови, перце, шпинате и некоторых других растительных продуктах. В печени, яйцах, масле и молоке содержится собственно витамин A. Суточная потребность в витамине составляет 2,5 мг.

Витамин D — *кальциферол*, *антирахитический витамин*, участвует в регуляции обмена кальция и фосфора в организме, влияет на нормальное развитие костной ткани. Недостаток кальциферола вызывает заболевание — *рахит*, которым страдают преимущественно

дети. Заболевание сопровождается размягчением и искривлением костей, нарушениями в работе нервной системы.

Витамин D содержится в рыбьем жире, яйцах, масле, молоке. Активные его формы могут образовываться в коже под действием ультрафиолетовых лучей солнечного света. Поэтому для излечения легких форм гиповитаминоза можно принимать солнечные ванны. Суточная потребность в витамине D составляет 2,5 мкг.

Витамин Е — *токоферол*, антистерильный витамин. Недостаток его у животных вызывает бесплодие. У человека он также отвечает за половую функцию. Установлено, что витамин Е препятствует старению, снижает интенсивность процессов окисления липидов клеточных мембран (антиоксидантный эффект), уменьшает потребность клеток в кислороде, развивает у них устойчивость к повышенным концентрациям углекислого газа (антигипоксантный эффект). Витамин содержится в злаках, маслах, зеленых овощах. Потребность в витамине Е составляет 15 мг в сутки.

Витамин К — это группа веществ, получивших общее название — филлохиноны. Они необходимы для синтеза факторов свертывания крови. Недостаток витамина К вызывает нарушения в процессе образования тромба. Следовательно, при авитаминозах и гиповитаминозах часто возникают кровотечения. Витамин содержится в овощах (шпинат, капуста и др.), печени и может быть синтезирован микрофлорой кишечника. Суточная потребность в витамине К составляет 1 мг.

Водорастворимые витамины

Витамин С — *аскорбиновая кислота*, противоцинготный витамин, который участвует в образовании основного белка соединительной ткани — коллагена. Он необходим для укрепления стенок сосудов, формирования здоровой кожи, укрепляет мембраны клеток. Витамин С увеличивает устойчивость организма к инфекциям. При его недостатке возникает заболевание — цинга. У больных цингой поражаются кровеносные сосуды, стенка их значительно ослабевает, в результате часто возникают небольшие кровоизлияния, появляется кровоточивость десен; выпадают зубы. Также снижается сопротивляемость организма к инфекционным заболеваниям, плохо заживают раны. Содержится витамин в свежих фруктах, ягодах и овощах. Особенно им богаты шиповник, черная смородина, клюква, цитрусовые. Суточная потребность в витамине С составляет 50—100 мг.

Витамин B_1 — *тиамин*, антиневритный витамин, необходим для нормального функционирования ферментных систем, отвечающих за обмен углеводов и жиров. При недостатке витамина возни-

кает заболевание — бери-бери. Оно проявляется нарушением функционирования нервной системы, сердечно-сосудистой системы, органов желудочно-кишечного тракта. Витамин содержится в печени, яйцах, злаковых и бобовых культурах, в пивных дрожжах.

Витамин B_2 — *рибофлавин*, входит в состав ферментов, принимающих участие в обеспечении тканевого дыхания. При недостатке витамина возникают нарушения зрения, остановка роста (у детей), выпадение волос, воспаление слизистых оболочек, мышечная слабость. Витамин B_2 содержится в зерновых и бобовых культурах, печени, яйцах, молоке, пивных дрожжах.

Витамин B_5 — *никотиновая кислота*, антипеллагрический витамин, витамин РР, необходим для синтеза ферментов, принимающих участие в тканевом дыхании, окислительно-восстановительных реакциях, в белковом, жировом и углеводном обменах. Авитаминоз витамина РР — пеллагра, сопровождается воспалением кожи, нарушением функций центральной нервной системы и органов ЖКТ. Витамин содержится в мясе, печени, яйцах, рыбе, пивных дрожжах, в некоторых зерновых и бобовых культурах.

Витамин B_6 — *пиридоксин*. Организм использует его как кофермент многих энзимов белкового обмена. Витамин необходим для нормального процесса кроветворения. При авитаминозе возникают анемия, поражения кожи, нарушение функций центральной нервной системы. Витамин содержится в большинстве животных и растительных продуктов.

Витамин B_9 — *фолиевая кислота*, витамин B_c, влияет на образование ДНК и РНК. При авитаминозе нарушается нормальное кроветворение, возникает анемия. Источниками витамина B_9 являются печень, зеленые растения, он может синтезироваться микрофлорой кишечника.

Витамин B_{12} — *цианокобаламин*. Основная функция этого витамина — участие в кроветворении. Следует отметить, что всасывание витамина B_{12} возможно только после его соединения с внутренним фактором Кастла. Последний вырабатывается железами желудка. Поэтому дефицит цианкобаламина возникает вследствие двух причин: при недостаточном поступлении витамина с пищей или при недостаточной выработке внутреннего фактора Кастла (в результате оперативного удаления желудка или хронического гастрита). Дефицит витамина B_{12} приводит к злокачественной (пернициозной) анемии. При этом в крови появляются гигантские эритроциты, которые плохо переносят кислород. Витамин содержится в большинстве животных продуктов, особенно в печени. Суточная потребность в витаминах группы В составляет 20—25 мг.

РАСПАД И ОКИСЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В КЛЕТКАХ

Для жизнедеятельности организма постоянно требуется энергия. Она образуется при распаде органических соединений — в основном углеводов и жиров, в меньшей степени — белков. Белки нужны организму человека для обеспечения анаболических процессов. Энергия выделяется при разрушении химических связей между атомами этих молекул. Частично она рассеивается в виде тепла, а частично запасается в виде АТФ (аденозинтрифосфат). Соотношение между рассеянной энергией и запасенной составляет, примерно, 1 : 1.

В молекуле АТФ между остатками фосфорной кислоты имеются макроэргические связи, при разрыве которых выделяется большое количество энергии. Разрыв связей при гидролизе молекул АТФ осуществляется последовательно до АДФ (аденозиндифосфата) и АМФ (аденозинмонофосфата). Энергия, запасенная в АТФ, может быть использована клетками организма по мере необходимости. Таким образом, АТФ является универсальным аккумулятором энергии в клетке.

В качестве примера можно рассмотреть образование АТФ при распаде одной молекулы глюкозы ($C_6H_{12}O_6$). Полное расщепление глюкозы до CO_2 и H_2O в клетке требует прохождения анаэробного (бескислородного) и аэробного (с участием кислорода) процессов ее окисления (рис. 54).

Гликолиз (анаэробное окисление) осуществляется в цитоплазме клетки без участия кислорода. В последнее время установлено, что гликолиз может активно протекать с высокой скоростью и в аэробных условиях. При гликолизе происходят последовательно 10 биохимических реакций, каждая из которых катализируется своим ферментом. При достаточном количестве кислорода в клетке конечным продуктом анаэробного окисления является пировиноградная кислота (ПВК). При недостатке кислорода в клетке происходит еще одна, одиннадцатая реакция гликолиза, в результате которой из ПВК образуется молочная кислота. В процессе 10 реакций гликолиза образуются 2 молекулы ПВК и 2 молекулы АТФ.

Дефицит кислорода наблюдается в клетках, например, в случае чрезмерной физической нагрузки. При этом в цитоплазме из глюкозы в большом количестве образуется молочная кислота (лактат). Это вещество не может быть использовано клеткой в дальнейшем и удаляется из нее. При значительном накоплении лактата возникают болезненные ощущения, связанные с закислением внутренней среды организма.

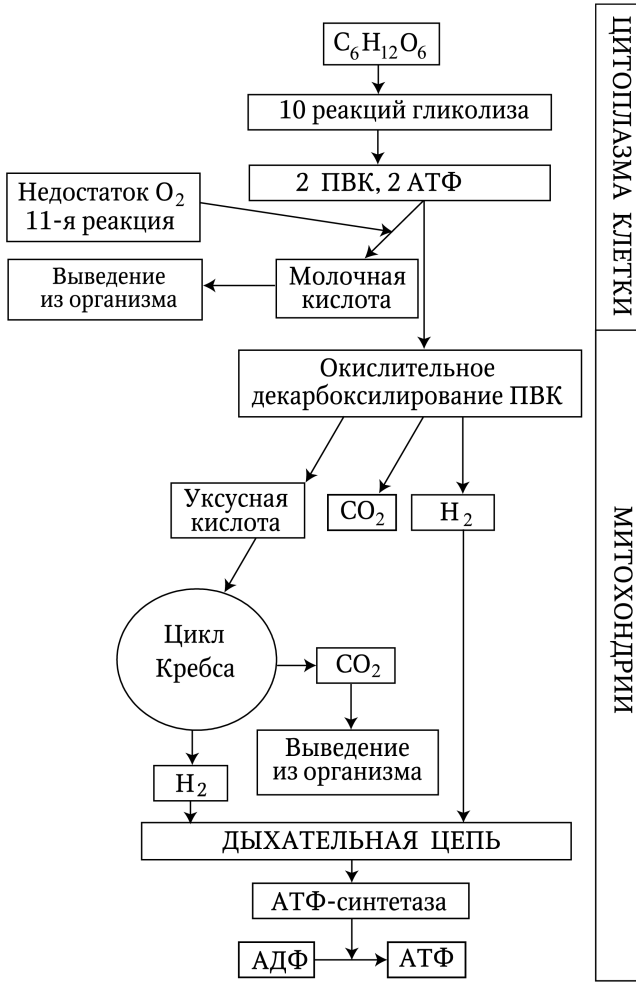


Рис. 54. Распад и окисление глюкозы в клетке

Аэробное окисление. ПВК поступает из цитоплазмы клетки в митохондрии, где происходит ее преобразование до уксусной кислоты, которая «сгорает» в цикле Кребса до углекислоты с освобождением протонов водорода. В дыхательной цепи протоны водорода восстанавливают поступивший кислород до воды и происходит синтез 36 молекул АТФ.

Суммарная реакция распада глюкозы выглядит следующим образом:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + E \text{ (энергия)}.$$

Тканевое дыхание — это обмен газов, который происходит в клетках при биологическом окислении питательных веществ. В ходе окислительных процессов клетки выделяют конечный продукт метаболизма — углекислый газ и одновременно поглощают из кровеносных капилляров кислород. При этом атомы водорода, образующиеся при окислении глюкозы, взаимодействуют с кислородом, образуя воду. Ток протонов водорода характеризуется значительным выделением энергии, которая идет на синтез АТФ. В результате этих реакций при окислении 1 моля глюкозы образуется 38 молекул АТФ. При этом недостаток кислорода лимитирует окислительные реакции значительно сильнее, чем неадекватное удаление углекислого газа. Энергия, аккумулированная в АТФ, используется организмом для поддержания всех его функций, жизненных процессов.

ОСНОВНОЙ ОБМЕН

Основной обмен — тот минимальный уровень энерготрат, который необходим для поддержания жизненных функций организма в условиях полного физического и эмоционального покоя. Таким образом, этот показатель характеризует количество энергии, необходимой только для функционирования внутренних органов (сердце, легкие, почки, печень и др.) и поддержания оптимальной температуры тела. Измеряется он в утренние часы, с помощью специальных приборов — калориметров. Испытуемый должен находится в лежачем положении. Измерение проводится натощак, при максимальном расслаблении мышц, при этом внешняя температура поддерживается на уровне 22 °С. Приборы фиксируют выделяемое организмом тепло. Было установлено, что величина основного обмена для взрослого мужчины составляет примерно 4,2 кДж на килограмм веса в час, т. е. 7200 кДж/сут (для человека массой 72 кг). Величина основного обмена у женщин несколько ниже. Этот показатель уменьшается с возрастом.

Интенсивность обменных процессов резко возрастает при физической нагрузке. При этом люди, занятые легким физическим трудом тратят 9200 кДж/сут, средней степени — 12 000—15 000 кДж/сут, а тяжелым — 16 000—18 000 кДж/сут, поэтому питание человека должно соответствовать энерготратам и полностью компенсировать их.

ОБМЕН ЭНЕРГИИ МЕЖДУ ОРГАНИЗМОМ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

Человек относится к гомойотермным (теплокровным) животным, т. е. он характеризуется поддержанием постоянной температуры тела с допустимыми небольшими ее колебаниями. Уровень обмена веществ теплокровных существ значительно выше холоднокровных. Поддержание постоянной температуры тела осуществляется за счет строгого баланса процессов образования тепла организмом человека (теплопродукция) и его обмена с внешней средой (теплоотдача). При этом образование тепла происходит в так называемом «ядре» человеческого организма, к которому относят внутренние органы и мышцы. Теплопродукция осуществляется, в основном, в результате реакций распада и окисления органических веществ. Примерно 50 % образующейся при этом энергии переходит в тепло без образования АТФ. Значительная часть образовавшегося АТФ также используется для поддержания установленной температуры тела. Большое количество тепла образуется в мышцах при совершении человеком физической работы. По образному выражению И. П. Павлова, мышцы выполняют роль «печки», согревающей организм. Тепло образуется и в результате сокращений гладких мышц внутренних органов.

Теплоотдачу обеспечивает «оболочка», которая включает кожу, слизистую оболочку полости рта и глотки, глазного яблока и дыхательных путей. Температура тела человека неравномерна в разных его участках. Так в температурном «ядре» она, как правило, выше чем на поверхности кожи. Нормальной температурой в подмышечной впадине считаются значения 36,1—37,0 °С. Особая роль принадлежит внутренним средам организма, обеспечивающим теплообмен между ядром и оболочкой. Таким образом, терморегуляция обеспечивается следующими процессами: *теплопродукцией* (в «ядре»), *теплообменом* между «ядром» и «оболочкой» (обеспечивается преимущественно кровью и лимфой) и *теплоотдачей* во внешнюю среду.

Отдача тепла во внешнюю среду осуществляется несколькими способами: теплопроведение, конвекция, излучение и испарение. *Излучение* — способ отдачи тепла в окружающую среду поверхностью тела посредством инфракрасных волн. Глаз человека не может уловить этот вид электромагнитных волн. Однако существуют живые организмы способные их различать (например, некоторые змеи). При температуре 20 °С и относительной влажности воздуха 50 % излучение может составить 40—50 % всего отдаваемого тепла.

Конвекция — способ отдачи тепла при контакте тела с движущимися потоками воздуха. *Теплопроведение* — способ отдачи тепла через непосредственное соприкосновение тела человека с другими физическими телами (например, одеждой).

Первые три механизма теплоотдачи становятся неэффективными при выравнивании температуры тела и температуры окружающей среды. В этих условиях основным способом отдачи тепла является *испарение* пота с поверхности кожи и влаги с поверхности слизистых оболочек. Количество испаряемой воды в условиях тяжелой физической работы и высокой температуры может доходить до 2 л/ч.

Основную роль в теплоотдаче играет кожа. При высоких температурах внешней среды сосуды кожи расширяются, кровь поступает в нее в значительно больших количествах, чем в условиях температурного комфорта. Усиление кровотока через кожу увеличивает потоотделение и потерю организмом тепла. При понижении температуры внешней среды идет перераспределение кровотока во внутренние органы. При этом сосуды кожи суживаются, кровоток в коже и, соответственно, испарение уменьшаются. Следовательно, уменьшается и удаление тепла из организма.

При охлаждении происходит сокращение гладких мышечных клеток, образующих, мышцу, поднимающую волос. Сокращение указанных мышц сопровождается образованием тепла. В то же время эта мышца вызывает некоторое сжатие кожи и лежащих в ее верхних слоях кровеносных сосудов, что ведет к снижению теплоотдачи.

Центр терморегуляции находится в гипоталамусе (промежуточный мозг). По проводящим путям к нему поступают импульсы от терморецепторов — специализированных нервных окончаний, способных воспринимать изменения температуры различных участков тела человека. Термочувствительные клетки этого центра способны различать разницу температуры в 0,01 °С. Регуляция теплообмена осуществляется центром посредством воздействия на эндокринную и вегетативную системы. Увеличение теплопродукции наблюдается в результате возрастания окислительных процессов (активируются катаболические процессы) и повышения мышечной активности. Это происходит через возбуждение соматических нервных волокон. Под влиянием гормонов и нервных импульсов изменяется деятельность сердца и сосудов, что приводит к адекватным изменениям в теплообмене между «ядром» и «оболочкой», а также в теплообмене с внешней средой. Аналогичным способом оказывается влияние на процессы удаления тепла из «оболочки» во внешнюю среду путем конвекции, излучения, теплопроведения и испарения.

РЕГУЛЯЦИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

Обмен веществ и энергии — свойство всех клеток и тканей организма. Следовательно, регуляция обмена веществ подразумевает под собой регуляцию множества функций организма (дыхания, пищеварения, кровообращения, выделения и др.). Значительную роль в регуляции обмена веществ играет нервная система. В частности, гипоталамус. Этот отдел головного мозга включает в себя целый ряд важных центров: голода и насыщения, жажды, терморегуляции. Эти центры реализуют свои функции через вегетативную нервную систему. Кроме того, гипоталамус и расположенный рядом с ним гипофиз координируют работу практически всех желез внутренней секреции.

Эндокринная система оказывает решающее влияние на регуляцию обмена веществ и энергии. Гормоны воздействуют на скорость биохимических превращений непосредственно в клетке. Совокупность их действия на отдельные клетки вызывает изменения в функционировании всего организма. Приведем лишь некоторые примеры влияния гормонов на обмен веществ. Соматотропный гормон гипофиза оказывает выраженное анаболическое действие, ускоряет синтез пластических веществ, следовательно, ускоряет рост. Катехоламины мозгового вещества надпочечника усиливают окислительные процессы, энергообразование. Тироксин и трийодтиронин (гормоны щитовидной железы) стимулируют синтез белка из аминокислот и, в то же время, активируют разрушение жиров и углеводов. Подробнее о влиянии гормонов на метаболизм будет сказано в главе «Эндокринная система».

Глава 7

АНАТОМИЯ ПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ. РЕПРОДУКТИВНАЯ ФУНКЦИЯ И РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕКА

Репродуктивная система — это совокупность органов, предназначенных для воспроизводства себе подобных особей. Человеку свойственен половой тип размножения. Половые органы подразделяют на органы мужской и женской половой систем; по расположению — на внутренние (находящиеся внутри тела) и наружные (доступные внешнему осмотру).

МУЖСКАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

К внутренним мужским половым органам относят: яички, придатки яичек, семявыносящие протоки и добавочные половые железы: семенные пузырьки, простату (предстательную железу) и бульбоуретральные железы. К наружным — половой член и мошонка (см. рис. 51).

Яичко — парный орган, округлой формы, расположенный в мошонке. К верхнему концу яичка прилежит головка придатка, а к заднему краю — тело последнего (рис. 55). Тонкими соединительнотканными перегородкам яичко разделено примерно на 300 долек. У заднего его края выделяют участок, называемый средостением яичка. Снаружи орган покрыт белочной оболочкой.

В каждой дольке яичка располагаются один-два извитых семенных канальца. Это полые, сильно извитые трубочки длиной до 1 м. Вблизи средостения извитые семенные канальцы соединяются друг с другом в прямые семенные канальцы, которые уже в средостении образуют сеть яичка и сливаются в выносящие проточки. По последним сперматозоиды поступают в придаток яичка.

В средостении яичка специальные клетки Лейдига вырабатывают мужские половые гормоны — андрогены. С периода полового созревания (12—14 лет) клетки, выстилающие стенки извитых семенных канальцев, начинают вырабатывать сперматозоиды. Полный цикл развития сперматозоида осуществляется по мере его про-

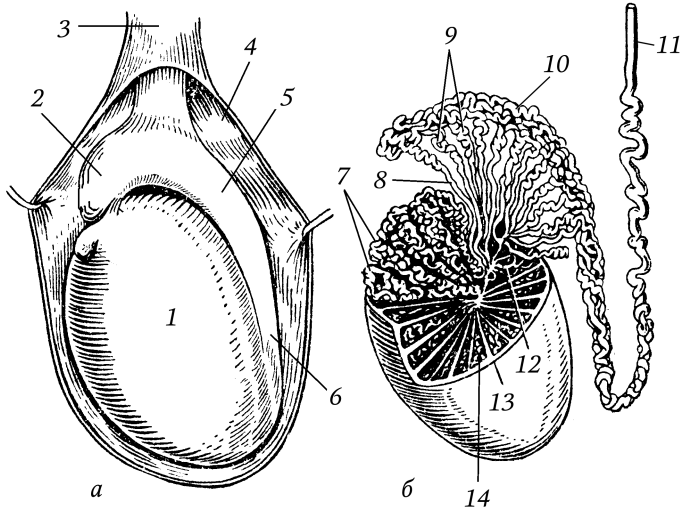


Рис. 55. Яичко: *а* — внешнее строение; *б* — внутреннее строение:
1 — яичко; *2* — головка придатка яичка; *3* — семенной канатик; *4* — оболочки яичка; *5* — тело придатка яичка; *6* — хвост придатка яичка; *7* — извитые семенные канальцы; *8* — прямые семенные канальцы; *9* — выносящие проточки; *10* — проток придатка; *11* — семявыносящий проток; *12* — сеть яичка; *13* — белочная оболочка; *14* — долька яичка

движения из извитых семенных канальцев к прямым и далее — к протоку придатка, составляя около 70 дней.

Таким образом, яичко обеспечивает выработку и созревание мужских половых клеток — сперматозоидов, Этот орган также является является железой внутренней секреции — синтезирует мужские половые гормоны — андрогены.

Придаток яичка представляет собой продолговатое образование, расположенное в области заднего края яичка. Он имеет *головку*, *тело* и *хвост*. Головка прилежит к верхнему концу яичка, тело — к его заднему краю. Хвост придатка переходит в семявыносящий проток. В придатке яичка находится проток придатка, в который впадают выносящие проточки, выходящие из средостения яичка. В придатке яичка также происходит созревание сперматозоидов, но они еще являются неподвижными.

Семявыносящий проток — соединительнотканная трубочка длиной около 40 см. Благодаря наличию гладкомышечной оболочки просвет протока остается всегда открытым. Семявыносящий проток проходит сначала позади яичка, далее — в составе семенного канатика, а затем через паховый канал попадает в полость малого таза. Тазовая часть органа направляется к области дна мочевого пу-

зыря, в области которого он значительно расширяется и образует ампулу семявыносящего протока. В ампуле зрелые и неподвижные сперматозоиды накапливаются и сохраняются. В каждую ампулу открываются выводные протоки семенных пузырьков.

Семенной канатик — это образование, включающее в себя: семявыносящий проток; кровеносные и лимфатические сосуды, нервы яичка и его придатка; соединительнотканные оболочки; мышцу, поднимающую яичко. Семенной канатик проходит через паховый канал в мошонку и обеспечивает фиксацию яичка.

Семенные пузырьки — парные образования, имеющие форму удлиненного и уплощенного мешочка, длиной около 5 см. Они располагаются кнаружи от ампулы семявыносящего протока, позади и несколько кверху от простаты. Семенной пузырек представляет собой значительно извивающуюся трубку, которая имеет длину около 50 см. Стенка семенного пузырька состоит из наружной — адвентициальной оболочки, слабо выраженной средней — мышечной оболочки и внутренней — слизистой. Многочисленные железы последней вырабатывают секрет, содержащий питательные вещества (фруктозу), микроэлементы и специальные ферменты, способствующие удалению со сперматозоида лецитиновой оболочки, тем самым обеспечивая его подвижность. После слияния ампулы с протоком семенных пузырьков, семявыносящий проток получает название *семявыбрасывающего протока*, который проходит сквозь толщу простаты и открывается в мочеиспускательный канал. Длина семявыбрасывающего протока составляет около 2 см.

Простата (предстательная железа) — непарный орган каштаноподобной формы, плотной консистенции и серовато-красного цвета, который расположен под мочевым пузырем, охватывая начало мочеиспускательного канала. Кпереди от простаты располагается лобковый симфиз. Задней поверхностью предстательная железа прилежит к ампуле прямой кишки.

Обращенная кверху поверхность железы называется *основанием*, нижняя часть постепенно суживается и называется *верхушкой*. В железе различают *правую, левую* и *промежуточную* доли.

При аденоме (доброкачественной опухоли) предстательной железы, которая встречается в пожилом возрасте, происходит увеличение промежуточной доли. Последняя суживает мочеиспускательный канал, что приводит к задержке мочи в мочевом пузыре.

Вещество органа представлено гладкомышечной и соединительной тканями. Последняя образует плотную эластическую капсулу предстательной железы. Железистая ткань органа представлена 30—50 простатическими железками, выводные протоки которых

открываются в просвет начального отдела мочеиспускательного канала. Данные железы выделяют беловатый секрет слабощелочной реакции, который обеспечивает ощелачивание мочеиспускательного канала перед прохождением спермы из ампул семявыносящих протоков. Тем самым он нейтрализует кислую среду, обусловленную мочой и разжижает сперму в момент эякуляции.

Бульбоуретральная железа — парный орган величиной с горошину. Железы имеют округлую, слегка бугристую форму, желтоватый цвет и довольно плотную консистенцию. Они располагаются в мышцах промежности, кзади от мочеиспускательного канала. Секрет железы, имеющий щелочную реакцию, по выводному протоку поступает в губчатую часть мочеиспускательного канала и служит для ощелачивания и разжижения спермы.

Мужской половой член. В нем различают *головку, тело* и *корень*. Основу полового члена составляют два сросшихся кавернозных тела (см. рис. 51), задняя часть которых — корень — прикреплена к лобковым костям. Под кавернозными телами находится губчатое тело. Через него проходит мочеиспускательный канал, который на головке открывается наружным отверстием. Тела полового члена по строению напоминают губку и состоят из заполненных кровью отдельных пещер (полостей), соединенных между собой. При половом возбуждении эти полости (каверны) туго наполняются артериальной кровью и наступает «поднимание» полового члена — эрекция.

Наивысшая степень раздражения эрогенных рецепторов головки полового члена приводит к достижению оргазма — полового удовлетворения. Оргазм сопровождается сокращением гладкой мускулатуры ампул семявыносящего протока, семенных пузырьков и выведением спермы — эякуляцией.

Снаружи половой член покрыт тонкой, нежной кожей. При переходе на головку полового члена, кожа образует круговую складку — крайнюю плоть (рис. 56). Между головкой полового члена и крайней плотью имеется полость — препуциальный мешок. Содержимым данного мешка в норме является препуциальная смазка (смегма) — беловатая масса со специфическим запахом, являющаяся смесью продуктов выделения сальных желез крайней плоти и слущенного эпителия препуциального мешка. Скапливаясь в глубине последнего, смазка может служить благоприятной средой для развития микроорганизмов. В связи с этим мужчине необходимо соблюдать правила личной гигиены.

Таким образом, мужской половой член обеспечивает выведение мочи из мочевого пузыря, получение полового удовлетворения и доставку спермы в половые пути женщины во время полового акта.

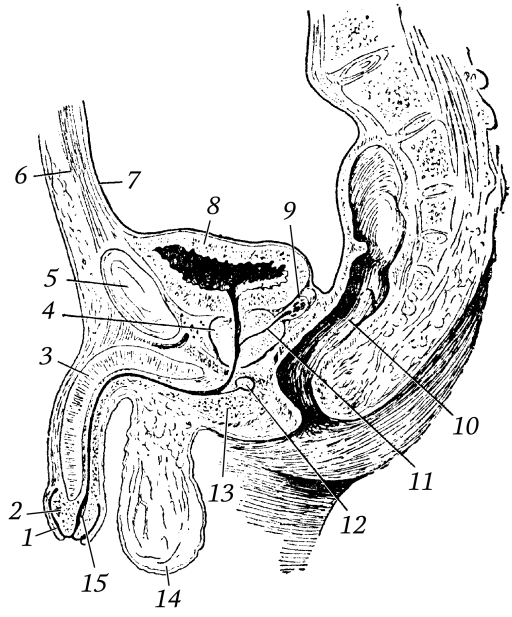


Рис. 56. Органы мужской половой системы (срединный распил таза):

1 — крайняя плоть; *2* — головка полового члена; *3* — пещеристое тело; *4* — простата; *5* — лобковый симфиз; *6* — передняя брюшная стенка; *7* — брюшина; *8* — мочевой пузырь; *9* — семенной пузырек; *10* — прямая кишка; *11* — семявыбрасывающий проток; *12* — бульбоуретральная железа; *13* — промежность; *14* — мошонка; *15* — мочеиспускательный канал

Мошонка представляет собой кожно-соединительнотканно-мышечное вместилище для яичек. Кожа мошонки покрыта редкими волосами, имеет многочисленные потовые и сальные железы. Изнутри мошонка разделена перегородкой на два отдельных вместилища, в каждом из которых помещается яичко.

В связи с тем, что кожа мошонки тонкая, эластичная, без подкожной жировой клетчатки, она легко растяжима. Под кожей находится соединительнотканно-мышечная мясистая оболочка, содержащая эластические волокна и гладкую мышечную ткань. При понижении температуры внешней среды гладкомышечная ткань сокращается и подтягивает мошонку с яичками к промежности, а при повышении температуры — расслабляется, растягивается и способствует опусканию яичек. Посредством этих процессов мошонка способствует поддержанию оптимальной температуры, необходимой для сперматогенеза (34—35 °С).

Мужской мочеиспускательный канал

Мужской мочеиспускательный канал представляет собой длинный проток, выстланный слизистой оболочкой (см. рис. 56). Он простирается от внутреннего отверстия мочеиспускательного канала (в области шейки мочевого пузыря), до наружного отверстия мочеиспускательного канала (на головке полового члена).

С учетом отношений уретры к окружающим ее органам в ней выделяют три части: *предстательную*, *перепончатую* и *губчатую*.

Предстательная часть уретры пронизывает одноименную железу и имеет длину около 3 см. Здесь расположено небольшое возвышение — *семенной холмик*, на котором открываются семявыбрасывающие протоки. Сбоку от семенного холмика находятся отверстия выводных протоков предстательной железы.

Перепончатая часть уретры самая короткая: ее длина составляет 1—1,5 см. Она простирается от предстательной железы до места вхождения в губчатое тело полового члена. Этот отдел окружен и плотно фиксирован мышцами и фасциями промежности. Губчатая часть уретры самая длинная. Она проходит в губчатом теле полового члена.

Мочеиспускательный канал у мужчины имеет два сфинктера. Внутренний сфинктер — сфинктер мочевого пузыря, располагается в его шейке и является непроизвольным. Наружный сфинктер мочеиспускательного канала — одноименная мышца промежности, состоящая из круговых пучков, охватывающих перепончатую часть уретры. Он построен из поперечнополосатой мышечной ткани и является произвольным.

В мочеиспускательном канале различают три сужения: в области внутреннего и наружного сфинктеров, а также в области наружного отверстия мочеиспускательного канала. Кроме сужений имеется три расширения: в простатической части, в корне полового члена (луковица) и в его головке (ладьевидная ямка).

ЖЕНСКАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

Внутренние женские половые органы находятся в полости малого таза. К ним относят: яичники, маточные трубы, матку и влагалище. Наружные женские половые органы располагаются в области промежности: лобок, большие и малые половые губы, луковица преддверия, клитор и девственная плева (рис. 57). К женской половой системе относят и молочные железы.

Яичник — парная железа эллипсовидной формы, которая прикрепляется к задней поверхности широкой связки матки. Снаружи

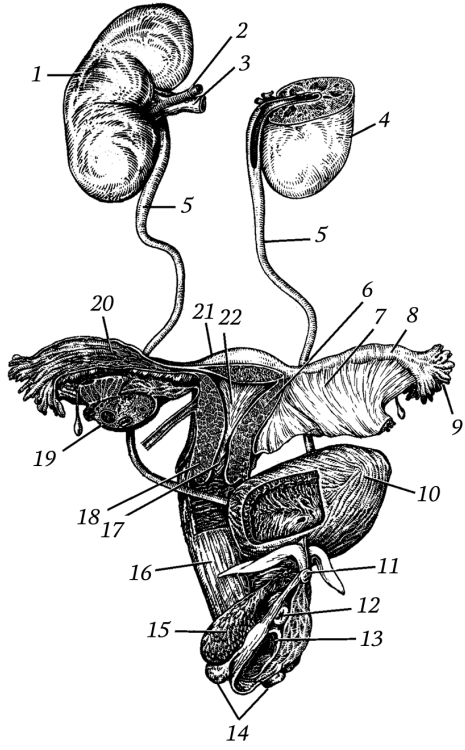


Рис. 57. Органы женской мочеполовой системы:

1 — правая почка; *2* — почечная артерия; *3* — почечная вена; *4* — левая почка; *5* — мочеточник; *6* — тело матки; *7* — широкая связка матки; *8* — маточная труба; *9* — бахромки маточной трубы; *10* — мочевой пузырь; *11* — клитор; *12* — наружное отверстие мочеиспускательного канала; *13* — отверстие влагалища; *14* — большие железы преддверия; *15* — луковица преддверия; *16* — влагалище; *17* — канал шейки матки; *18* — шейка матки; *19* — яичник; *20* — ампула маточной трубы; *21* — дно матки; *22* — полость матки

яичник покрыт белочной оболочкой, под которой расположена строма и паренхима железы. Строма представлена соединительной тканью, а паренхима яичника состоит из двух слоев: наружного — *корковое вещества*, и внутреннего — *мозгового вещества*. Последнее состоит из соединительной ткани, в которой проходят сосуды и нервы.

В корковом веществе яичника содержатся фолликулы различной степени зрелости, в которых происходит формирование и созревание яйцеклеток, а также образование женских половых гормонов. У новорожденных девочек в фолликулах яичника находятся незрелые яйцеклетки в количестве около 400—500 тыс. Созревание яйцеклеток и их последующий выход из фолликулов происходит с нача-

лом полового созревания (10—12 лет). В норме созревает примерно один фолликул в месяц. Зрелый фолликул содержит яйцеклетку и носит название Граафова пузырька. Способность к созреванию фолликулов, а, следовательно, и яйцеклеток сохраняется до 45—55 лет. За всю жизнь у женщин созревает только 400—500 яйцеклеток.

Таким образом, в яичниках развиваются и созревают женские половые клетки (яйцеклетки), а также продуцируются поступающие в кровь и лимфу женские половые гормоны (см. «Менструальный цикл»).

Матка — непарный полый мышечный орган, расположенный в средней части полости малого таза между прямой кишкой и мочевым пузырем. В матке различают *дно* — выпуклую верхнюю часть матки, суживающееся книзу *тело* продолжается в *перешеек*, который заканчивается *шейкой*. В норме канал шейки матки заполнен плотной слизью.

Матка имеет полость треугольной формы, которая выстлана слизистой оболочкой — *эндометрием*. Эндометрий состоит из двух слоев — поверхностного — толстого слоя, который называют функциональным и глубокого — базального. Функциональный слой получил свое название из-за характерных изменений, протекающих во время менструального цикла. Во время менструации он почти полностью отторгается. Базальный слой во время менструации существенно не изменяется: он сохраняется и является основой для восстановления функционального слоя. Средний, самый толстый слой матки, — *миометрий*, представлен мощными гладкими мышцами, расположенными в 3 слоя: наружный и внутренний — продольный, средний — циркулярный. Серозная оболочка матки (*периметрий*) представлена брюшиной.

Матка предназначена для имплантации оплодотворенной яйцеклетки, развития зародыша и вынашивания плода. Во время родов под влиянием сокращения ее мышечной оболочки плод выводится из организма. Положение матки и ее размеры значительно изменяются во время беременности. У беременной женщины матка постепенно, по мере роста плода, увеличивается, практически достигая уровня мечевидного отростка. После родов она уменьшается и принимает прежнее положение.

Маточная (Фаллопиева) труба — парный полый орган, длиной около 11 см. В ней выделяют *маточную часть*, расположенную в стенке матки, *перешеек* — суженную часть, и расширенную часть — *ампулу*. Ампула маточной трубы заканчивается *воронкой*, от которой в сторону яичника направляются многочисленные выросты — *бахромки* (см. рис. 57).

Стенка маточной трубы состоит из трех оболочек: внутренней — слизистой, средней — мышечной и наружной — серозной. Реснитчатые клетки эпителия слизистой оболочки облегчают продвижение яйцеклетки в сторону матки. Мышечная оболочка своей перистальтикой также способствует продвижению яйцеклетки по маточной трубе. Таким образом, маточная труба служит для проведения яйцеклетки от яичника в полость матки. Иногда в ее просвете происходит имплантация оплодотворенной яйцеклетки и развивается внематочная трубная беременность.

Влагалище — непарный орган, длиной 7—10 см, соединяющий матку с наружными половыми органами. Влагалище служит для выведения месячных и для совокупления. Также оно является частью родовых путей, по которым плод выводится из организма матери.

Стенка влагалища довольно плотная, вместе с тем, благодаря особенностям строения, очень растяжима. Изнутри влагалище выстлано слизистой оболочкой, которая имеет серовато-розовый цвет. Слизистая оболочка практически не содержит желез. При половом контакте увлажнение влагалища происходит за счет транссудации («пропотевания») жидкости из сосудистого сплетения, расположенного вокруг органа. Во влагалище поддерживается кислая реакция благодаря наличию большого количества микроорганизмов — палочек Дедерлейна, вырабатывающих молочную кислоту. Этот механизм является защитным и препятствует попаданию в орган патогенной микрофлоры.

Мышечная оболочка представлена внутренним — циркулярным, и наружным — продольным слоями. Снаружи влагалище покрыто адвентицией.

Вход во влагалище до начала половой жизни прикрыт девственной плевой, — складкой слизистой оболочки с небольшими отверстиями для выхода менструальной крови. Девственная плева обычно разрушается при первом половом акте и на ее месте остаются бахромки. У некоторых женщин девственная плева отличается повышенной растяжимостью и не разрывается до самого рождения ребенка.

Лобок — это участок передней брюшной стенки треугольной формы, располагающийся над лобковым (лонным) сочленением (рис. 58). В данном участке кожа покрыта волосами и в ней хорошо развита подкожная жировая клетчатка. Книзу лобок переходит в большие половые губы.

Большие половые губы представляют собой парные округлые складки кожи длинной около 7 и шириной 2 см. Кожа наружной поверхности губ порыта волосами. Толща губ представлена подкожной

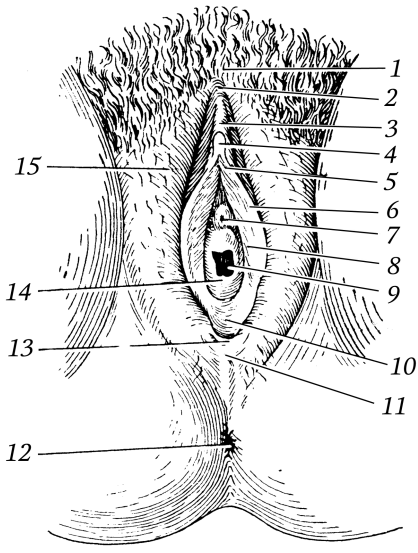


Рис. 58. Наружные женские половые органы:

1 — лобок; *2* — передняя спайка больших половых губ; *3* — крайняя плоть клитора; *4* — клитор; *5* — уздечка клитора; *6* — малая половая губа; *7* — наружное отверстие мочеиспускательного канала; *8* — преддверие влагалища; *9* — отверстие влагалища; *10* — ямка преддверия влагалища; *11* — промежность; *12* — анальное отверстие; *13* — задняя спайка больших половых губ; *14* — девственная плева; *15* — большая половая губа

жировой клетчаткой. Спереди и сзади они соединены одноименными спайками. Большие половые губы ограничивают половую щель. В обычном состоянии они плотно сомкнуты и закрывают вход во влагалище.

Малые половые губы располагаются между большими половыми губами. Они представляют собой парные тонкие продольные кожные складки меньшего размера. Спереди и сзади эти складки также соединены спайками, причем передняя спайка охватывает клитор. Малые половые губы ограничивают пространство, называемое преддверием влагалища. Сюда открываются: наружное отверстие мочеиспускательного канала, отверстие влагалища, а также протоки больших и малых желез преддверия влагалища. Секрет этих желез увлажняет и смазывает преддверие влагалища, нейтрализуя при этом его кислую среду.

Клитор по своему строению и положению соответствует пещеристым телам полового члена. Задняя часть клитора прикрепляется к лобковым костям, а передняя часть заканчивается головкой со множеством чувствительных окончаний, которые образуют одну из важных эрогенных зон.

Луковица преддверия по строению схожа с губчатым телом мужского полового члена. Она располагается в толще больших половых губ. При половом возбуждении вены луковицы преддверия наполняются кровью.

Молочная железа — крупный железистый орган, продуцирующий молоко. *Тело* молочной железы в форме диска окружено жировой тканью и располагается на передней поверхности грудной клетки

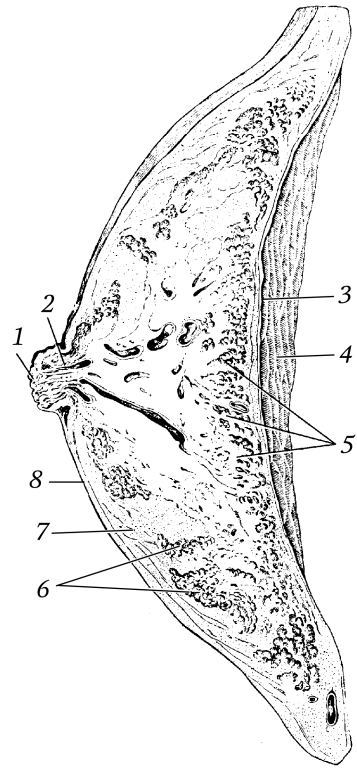


Рис. 59. Молочная железа:

1 — сосок; *2* — млечные проточки; *3* — собственная фасция груди; *4* — большая грудная мышца; *5* — тело железы; *6* — дольки железы; *7* — жировая клетчатка; *8* — кожа

(рис. 59). Оно состоит из 15—20 радиально расположенных долей, от которых отходят молочные ходы. Последние собираются в протоки, которые направляются к соску, где открываются наружу точечными отверстиями.

Функция железы тесно связана с гормональной деятельностью яичников. Под их воздействием в период полового созревания железистая ткань органа разрастается. Молочная железа приобретает характерную для нее форму и размеры, которые, в свою очередь, зависят от возраста, типа телосложения и функционального состояния организма женщины (фаза менструального цикла, беременность, период кормления ребенка).

Женский мочеиспускательный канал

Женская уретра — это непарный полый орган в виде несколько изогнутой трубки длиной 2,5—3,5 см, диаметром 8—12 мм. Она начинается в области шейки мочевого пузыря внутренним отверстием и заканчивается наружным отверстием, открывающимся в преддверие влагалища на 2 см ниже клитора. Передняя стенка уретры в верхней части располагается кзади от симфиза. Задняя стенка срастается с передней стенкой влагалища. Направляясь вниз, мочеиспускательный канал прободает мышцы промежности. В этом месте он окружен пучками мышечных волокон, образующими наружный сфинктер. В стенке мочеиспускательного канала различают слизистую, мышечную и адвентициальную оболочки. Слизистая оболочка хорошо выражена и имеет продольные складки.

Промежность — это комплекс мягких тканей, закрывающих выход из малого таза. В области промежности находятся наружные половые органы и заднепроходное (анальное) отверстие. Под кожей промежности расположена жировая клетчатка, а затем мышцы, покрытые фасциями.

Менструальный цикл

В деятельности женской половой системы, в отличие от мужской, наблюдается определенная цикличность. Строгая последовательность физиологических изменений в женском организме называется месячным или *менструальным циклом*. У большинства женщин он регулярно повторяется через каждые 28 дней. В менструальном цикле выделяют фазу менструации (кровотечения), постменструальную и предменструальную фазы.

Началом цикла условно считается первый день менструации. *Фаза менструации* (десквамации — отторжение функционального слоя эндометрия) сопровождается некоторым дискомфортом и продолжается в среднем 3—5 дней, а объем выделений составляет 50—100 мл/сут.

В *постменструальную фазу* в одном из яичников под влиянием фолликулостимулирующего гормона гипофиза начинает созревать один из фолликулов с будущей яйцеклеткой. Растущий фолликул выделяет женские половые гормоны — эстрогены (эстрадиол), которые активируют рост слизистой оболочки матки. Постменструальная фаза, начавшаяся с 3—5-го дня цикла, завершается на 14-й день овуляцией — разрывом стенки фолликула и выходом из него яйцеклетки. К этому времени в матке происходит восстановление функционального слоя эндометрия. Постменструальная фаза включает *фазу регенерации* — эпителизации эндометрия, и *фазу пролиферации* — восстановления объема эндометрия.

На 15-й день цикла начинается *предменструальная фаза* — фаза секреции. В этот период полость разорвавшегося фолликула заполняется желтоватыми клетками, которые под влиянием лютеинизирующего гормона гипофиза растут и образуют *желтое тело* — временную эндокринную железу, вырабатывающую гормон — прогестерон. Под влиянием этого гормона задерживается созревание оставшихся фолликулов. Яйцеклетка по бахромкам маточной трубы попадает в полость последней, где чаще всего и происходит оплодотворение. Одновременно в эндометрии происходит накопление питательных веществ. Таким образом, в этот период в слизистой оболочке матки создаются самые благоприятные условия для имплантации оплодотворенной яйцеклетки. Если оплодотворения

не произошло, то на 13-й день после овуляции (28-й день цикла) заканчивается предменструальная фаза и начинается фаза кровотечения (менструации). Данная фаза вызвана отсутствием гормона эстрогена и снижением выработки прогестерона желтым телом. Поддержание функционирования разросшегося эндометрия прекращается, и она вместе с погибшей яйцеклеткой и сгустками крови отторгается и выводится из организма. В конце менструации концентрация прогестерона снижается, что приводит к выделению гипофизом фолликулостимулирующего гормона и половой цикл у женщины повторяется.

РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕКА

В развитии человека выделяют *внутриутробный* (пренатальный) и *послеутробный* (постнатальный) периоды. Внутриутробное развитие начинается с момента оплодотворения и продолжается до момента рождения плода. Данный период длится около 40 недель. Послеутробное развитие человека начинается после его рождения и продолжается до наступления естественной смерти.

Внутриутробному периоду развития человека предшествует половой акт, в ходе которого мужчина извергает во влагалище женщины 2—3 мл спермы, которые содержат около 400—600 млн сперматозоидов (в 1 мл — 150—200 млн). Сперматозоид состоит из головки, тела и хвоста (рис. 60). Благодаря активным движениям последнего осуществляется передвижение сперматозоида по половым путям женщины. Основная часть сперматозоидов погибает в кислой среде влагалища, а также по мере прохождения через полость матки и маточных труб. Продвижение сперматозоидов зависит от состояния половых путей женщины и может длиться 5—30 ч. Наиболее благоприятны для продвижения условия, возникающие в половых путях женщины за несколько дней до овуляции и 1—2 дня после нее. Яйцеклетка способна к оплодотворению в течение одних суток после овуляции. Только один из нескольких сотен сперматозоидов проникает через оболочку яйцеклетки, которая после этого становится абсолютно непроницаема для других сперматозоидов. Последние через двое-трое суток погибают в половых путях женщины.

После проникновения сперматозоида в яйцеклетку происходит оплодотворение. *Оплодотворение* — это процесс слияния ядер с гаплоидным (половинным — 23) набором хромосом яйцеклетки и сперматозоида. В результате образуется *зигота* — одноклеточный организм с диплоидным (полным — 46) набором хромосом. В зиготе имеются все гены как с материнской, так и с отцовской стороны.

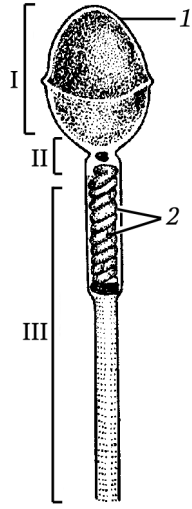


Рис. 60. Строение сперматозоида. Схема:
I — головка; II — шейка; III — хвост; *1* — акросома; *2* — митохондрии

Геном зиготы может содержать половые хромосомы в наборах XX или XY. В первом варианте новый организм будет развиваться как женский, во втором — как мужской. В случае одновременного созревания двух фолликулов, их овуляции и последующего оплодотворения двух яйцеклеток могут развиваться два плода — так называемые разнояйцовые близнецы. Иногда из одной оплодотворенной яйцеклетки на стадии дробления из двух одинаковых бластомеров развиваются два абсолютно одинаковых плода — однояйцовые близнецы.

Внутриутробное развитие подразделяется на начальный период (первая неделя развития); зародышевый, или эмбриональный (со 2-й по 8-ю недели) и плодный, или фетальный период (с 9-й недели и до рождения ребенка).

В течение семи дней *начального* периода зигота продвигается в полость матки по просвету маточной трубы за счет сокращений ее стенок и функционирования реснитчатого эпителия. В это время осуществляется процесс дробления зиготы, в ходе которого из одной клетки формируется шаровидное многоклеточное образование в виде тутовой ягоды — морула. На 5—6-й день после оплодотворения в моруле формируется полость с жидкостью и будущий зародыш называется бластоцистой, а фаза развития — бластулой. Наружные клетки бластоцисты являются внезародышевым материалом, который именуется трофобластом. Внутренний слой клеток дает начало зародышу и внезародышевым органам: хориону, амниону и желточному мешку. Попадая на 7 сутки в полость матки, бластоциста за счет трофобласта растворяет слизистую оболочку матки, погружается в ее толщу и прикрепляется к стенке матки — фаза имплантации.

Зародышевый период внутриутробного развития, включает в себя процессы закладки внезародышевых органов: хориона, амниона, желточного мешка и аллантоиса, а также формирование зачатков всех тканей и органов будущего младенца.

Имплантированный зародыш получает питание и кислород из слизистой оболочки матки при помощи врастающих в нее скоплений наружных клеток бластоцисты — ворсинок трофобласта. Затем

из клеток ворсин трофобласта формируется *хорион* — первичный наружный покров зародыша, который располагается поверх амниона и впоследствии из него формируется часть плаценты. Он играет в первый месяц внутриутробного развития важную роль в питании развивающегося зародыша и удалении продуктов обмена. *Амнион* представляет собой тонкую оболочку, которая наполнена особой амниотической жидкостью — околоплодными водами. Зародыш плавает в амниотической жидкости, которая обеспечивает ему необходимую для выживания водную среду и защиту от механических повреждений. *Желточный мешок* у человеческого зародыша практически не содержит желтка и не выполняет функцию резервуара питательных веществ. Его основная роль — кроветворение, кроме того, в его стенке формируются первичные половые клетки, которые мигрируют в зачатки половых желез.

Клеточная масса примыкающих друг к другу стенок амниотического и желточного пузырьков, дает начало зародышевому диску, из которого развивается эмбрион — будущий младенец (рис. 61).

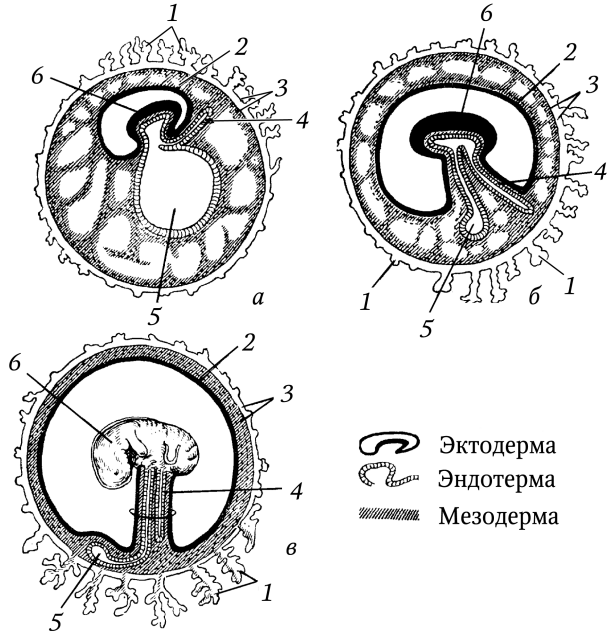


Рис. 61. Развитие зародыша человека. Схема:
а — 4-я неделя; *б* — 6-я неделя; *в* — 7– 8-я неделя; *1* — ворсинки хориона; *2* — амнион; *3* — хорион; *4* — аллантоис; *5* — желточный мешок; *6* — зародыш

В ходе эмбрионального периода клетки зародышевого диска разделяются на три слоя: эктодерму, энтодерму и мезодерму. Данный период носит название — гаструла. Эти три зародышевых листка дают начало всем органам и тканям организма: эктодерма является источником развития эпителия полости рта и глотки, заднего прохода, обонятельного эпителия, конъюнктивы, нервной системы, эпителия кожи и ее производных — потовых и сальных желез, волос, ногтей; из мезодермы формируются скелетные мышцы, кости, соединительная ткань, кровеносная и лимфатическая системы; энтодерма образует эпителий пищеварительной, дыхательной и мочевыделительной систем, желез внешней секреции и некоторых желез внутренней секреции. В конце 3-й недели у зародыша начинают закладываться органы: формируются нервная, пищеварительная, кровеносная и другие системы. На 5-й неделе образуются зачатки рук и ног. Между 6-й и 8-й неделями намечаются черты лица, глаза смещаются с боковой поверхности кпереди. К концу 8-й недели у зародыша заканчивается закладка органов и начинает биться сердце. Зародыш становится похожим на человека, хотя имеет длину 4 см и массу 5 г.

К концу первого месяца беременности обмен веществ между зародышем и материнским организмом через ворсинки хориона становится недостаточным, и тогда у зародыша образуется *аллантоис*, представляющий собой часть кишки зародыша в виде пальцевидного выпячивания. По аллантоису к хориону растут сосуды, участвующие на 3-й недели беременности в формировании плаценты. *Плацента* — временный внезародышевый орган, за счет которого обеспечивается связь зародыша с организмом матери. Она формируется к концу 3-го месяца внутриутробного развития и имеет вид диска, укрепленного в слизистой оболочке матки.

В течении *плодного* периода происходит быстрый рост и окончательное становление структуры и функций органов и систем плода. В конце II месяца дифференцирована головка и туловище; в конце III месяца — конечности. На V месяце плод начинает двигаться. В конце VI месяца заканчивается созревание внутренних органов. На VIII месяце плод жизнеспособен, но нуждается в условиях внутриутробного развития. В 40 недель внутриутробного возраста плод имеет массу не менее 2500 г и длину не менее 45 см (рис. 62). Соотношение длины головки к длине тела в это время у него составляет 1 : 4.

К плаценте плод прикреплен пуповиной — канатиком длиной 40 см. Пуповина содержит сосуды, по которым кровь от плода течет в плаценту и обратно. В плаценте различают зародышевую и материнскую части. Зародышевая часть состоит из ветвящегося хориона

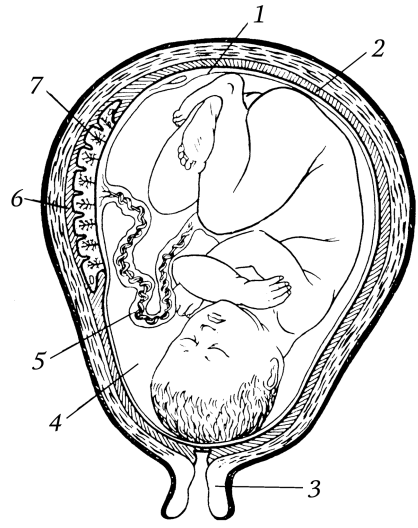


Рис. 62. Плод человека. 9-й месяц внутриутробного развития:

1 — амнион; *2* — эндометрий; *3* — шейка матки; *4* — околоплодные воды; *5* — пуповина; *6* — материнская часть плаценты; *7* — плодная часть плаценты

с вросшими в него сосудами. Материнская часть — измененный, хорошо кровоснабжаемый слой слизистой оболочки матки. В плаценте кровеносные сосуды зародышевой части вступают в соприкосновение с сосудами материнской части. Однако прямого кровотока между матерью и плодом нет, так как это приведет к тяжелым последствиям для обоих. Чтобы кровь не смешивалась, существует *плацентарный барьер*, который обеспечивает контроль за перемещением веществ из материнской части плаценты в зародышевую и обратно.

Плацента выполняет и функцию железы внутренней секреции, выделяя гормоны (прогестерон), благодаря которым разросшаяся слизистая оболочка матки не отслаивается, менструация не возникает и плод сохраняется в матке в течение всей беременности.

Во время имплантации, процессов образования тканей и органов, формирования плаценты зародыш очень чувствителен к неблагоприятным воздействиям: наркотическим веществам, никотину, некоторым лекарственным препаратам, инфекционным болезням, облучению, а также алкоголю. Употребление алкоголя женщиной во время беременности увеличивает вероятность рождения недоношенных детей, которые отстают в развитии и труднее адаптируются к внешней среде. Многие из таких детей погибают в раннем возрасте.

Беременность заканчивается родами. *Роды* — сложный физиологический процесс изгнания плода и плодных оболочек из организма беременной женщины. Роды делят на три стадии: раскрытие шейки матки, изгнание плода и последовый период. Во время последнего после рождения плода происходит выведение через родовые пути плаценты и плодных оболочек.

Послеутробное развитие человека. Во время постэмбрионального периода человек растет, развивается, потом увядает и дряхлеет в физическом отношении. Физический (биологический) возраст

определяется количеством прожитых человеком лет. Наряду с этим человек развивается и психологически — психологический возраст, который не всегда совпадает с физиологическим. Психологическое развитие включает в себя изменение человеком своего отношения к окружающему миру в разные периоды времени.

Допубертатный период развития человека начинается после родов и занимает период до 10—12 лет. При этом первые 4 недели после рождения составляют период *новорожденности*; с 4-й недели до конца первого года жизни — *грудной* период.

У детей обоих полов в допубертатный период другие органы, за исключением наружных половых, внешне мало отличаются друг от друга. *Пубертатный* период развития человека продолжается от 10 до 16—18 лет. Он характеризуется ускоренным развитием и созреванием организма для выполнения репродуктивной функции. Повышение уровня половых гормонов приводит к прогрессивному развитию вторичных половых признаков. Время наступления, выраженность и интенсивность физических и психологических изменений у мальчиков и девочек в пубертатном периоде сильно различаются.

У мальчиков наиболее высокие темпы роста и увеличения массы тела наблюдаются в промежуток времени между 12,5—15,5 годами и составляет около 10 см в год. Также под воздействием гормонов происходит увеличение размеров яичек и полового члена; появляются волосы на лобке без четкой горизонтальной границы роста волос, свойственной девочкам. Появляются волосы в подмышечных впадинах, на лице, а также происходит увеличение хрящей гортани и следующий за этим процесс «ломки» голоса. К 15 годам в сперме появляются зрелые сперматозоиды и возникают поллюции — непроизвольные извержения семени во сне — первые эякуляции.

Пубертатный период у девочек начинается с 10 лет и продолжается до 15—16 лет. В этот период отмечаются наиболее высокие темпы роста и увеличения массы тела. Максимальный скачок роста у девочек наблюдается между 10,5 и 13,5 годами. С 10 — 12 лет начинают расти волосы на лобке, затем в подмышечных впадинах; развиваются молочные железы. Также в это время интенсивно растет скелет, расширяются кости таза, но плечи остаются узкими; увеличиваются в размерах половые органы. С 12—14 лет появляются первые менструации — *менархе*. В течение года после первой менструации наблюдается период относительного бесплодия, обусловленный тем, что не всегда первые менструации следуют за овуляцией. К концу периода полового созревания у девушки окончательно устанавливается менструальный цикл. К концу периода полового созревания организм девушки готов к сексуальной жизни и выпол-

нению своих специфических функций: беременности, родам и последующему кормлению грудью.

В настоящее время росту и развитию детей свойственно явление *акселерации* — процесса ускорения психического и физического развития организма. В итоге взрослый человек сегодня на 10 см выше, чем 100 лет назад.

Продолжительность периода *половой зрелости* (репродуктивного периода) у мужчин чрезвычайно разнообразна и не совпадает с репродуктивным периодом у женщин. Способность к оплодотворению складывается у мужчин примерно в середине периода полового созревания, а процесс мужского климакса более неуловим, чем женского. В отличие от женщины, время наступления периода мужского климакса крайне разнообразно. Внешне оно даёт о себе знать нарастающими проблемами с эрекцией и снижением интереса к интимной близости. По данным учёных, до 50 % мужчин старше 70 лет сохраняют сексуальную активность.

Старческий (сенильный) период, начинается у мужчин и женщин в 75 лет. У мужчин это время сопровождается снижением и исчезновением репродуктивной способности. У лиц обоего пола в это время происходит снижение механизмов психической и физической адаптации (приспособление) организма к окружающим воздействиям.

Естественная смерть — это природный биологический процесс прекращения жизни в организме человека в связи с истощением механизмов психической и физической адаптации к окружающим воздействиям.

Понятие о бесплодии

Бесплодие — это неспособность лица детородного возраста к воспроизводству потомства. Супружескую пару считают бесплодной, если беременность у женщины не наступает в течение года после начала регулярной половой жизни (половые контакты не реже 1 раза в неделю) без использования средств и методов контрацепции. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, около 15 % супружеских пар в течение репродуктивного периода жизни сталкиваются с проблемой бесплодия. Различают бесплодие, предопределенное неизлечимыми изменениями в половом аппарате мужчины или женщины (дефекты развития, удаление половых желез, травмы и т. д.), и бесплодие, причины которого могут быть устранены. Бесплодие называют первичным, если беременности никогда не было, и вторичным, если раньше женщина была беременной.

Причинами женского бесплодия могут быть:

1) патология или отсутствие яичников;

2) непроходимость или отсутствие маточных труб;

3) патология или отсутствие матки;

4) гормональные нарушения;

5) иммунное бесплодие, которое связано с присутствием у женщины иммунных реакций против сперматозоидов (наличие так называемых антиспермальных антител), либо иммунных реакций против эмбриона, в том числе аутоиммунные нарушения в половых органах;

6) хромосомные нарушения в яйцеклетках, сопровождающиеся появлением нежизнеспособных эмбрионов, которые погибают в течение первой недели развития до имплантации в полость матки; в этом случае женщина даже не успевает заметить прервавшуюся беременность.

Причинами мужского бесплодия является патология спермы. В том числе:

1) анэякуляция — отсутствие эякулята (спермы);

2) олигоспермия — недостаточное количество спермы (объем эякулята должен быть не менее 2 мл);

3) азооспермия — отсутствие сперматозоидов в эякуляте; различают секреторную азооспермию, когда сперматозоиды в яичках не образуются, и обструктивную азооспермию, когда сперматозоиды образуются, но не извергаются вследствие непроходимости семявыносящих путей;

4) олигозооспермия — недостаточное количество сперматозоидов в сперме (концентрация сперматозоидов в сперме должна быть не менее 20 млн / мл);

5) астенозооспермия — недостаточная подвижность сперматозоидов (доля активно подвижных сперматозоидов в сперме должна быть не менее 25 %);

6) тератозооспермия — повышенное количество аномальных сперматозоидов: доля морфологически нормальных сперматозоидов в сперме должна быть не менее 30 % при прижизненном микроскопическом исследовании и не менее 15 % при микроскопическом исследовании окрашенного мазка спермы;

7) наличие антиспермальных антител в сперме.

Диагноз «*бесплодие неясного генеза*» устанавливают, когда при всестороннем обследовании обоих партнеров не выявлено никаких причин для бесплодия. Оба партнера по заключению условно здоровы, но беременность не наступает. Эта ситуация довольно распространена и составляет около 15 % всех случаев бесплодия.

Экстракорпоральное оплодотворение

Экстракорпоральное оплодотворение — это оплодотворение вне организма с последующим переносом в полость матки развиваю-

щейся оплодотворенной яйцеклетки (эмбриона). Основными показаниями к процедуре экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) являются: нарушения функции маточных труб, снижение качества спермы, эндометриоз, бесплодие невыясненного генеза.

Суть метода ЭКО состоит в следующем: яйцеклетку извлекают из организма женщины и оплодотворяют искусственно («в пробирке»). Полученный эмбрион содержат в условиях инкубатора, где он развивается в течение 2—5 дней. Затем эмбрион переносят в полость матки для дальнейшего развития.

Впервые технология ЭКО была успешно применена в Великобритании в 1977 г.: в 1978 г. родилась Луиза Браун — первый человек, «зачатый в пробирке». Первый ребенок (девочка), зачатый с помощью ЭКО в России (СССР), был рожден в феврале 1986 г.

Процедура ЭКО включает 4 фазы: 1) стимуляция созревания яйцеклеток; 2) забор яйцеклеток; 3) собственно экстракорпоральное оплодотворение; 4) перенос эмбрионов в полость матки.

Получение и забор яйцеклеток. Как правило, для ЭКО стараются получить несколько яйцеклеток, так как это повышает эффективность процедуры. В норме у женщины в течение одного менструального цикла созревает одна яйцеклетка, поэтому для получения нескольких яйцеклеток проводят процедуру стимуляции суперовуляции. Для этого пациентке назначают инъекции специальных гормональных препаратов. О созревании яйцеклеток судят по росту фолликулов в яичнике, который наблюдают с помощью аппаратов ультразвукового исследования (УЗИ). При достижении фолликулом определенного размера (16—20 мм) назначают процедуру извлечения яйцеклеток — пункцию фолликулов яичника. Ее проводят под контролем УЗИ. Целью пункции является аспирация (отсасывание) содержимого фолликула. Полученную жидкость исследуют с помощью микроскопа для обнаружения яйцеклеток. Затем емкость с яйцеклетками помещают в инкубаторы, где они содержатся до оплодотворения.

При невозможности получить яйцеклетки у пациентки (отсутствие яичников, менопауза и пр.) возможно использование донорских яйцеклеток — яйцеклеток другой женщины.

Сперму получают в день пункции фолликулов или используют предварительно полученную сперму, которую хранили в жидком азоте (криоконсервация).

Процедура оплодотворения производится врачами-эмбриологами в лабораторных условиях. Оплодотворение возможно двумя способами: при помощи инсеминации в пробирке и при помощи интрацитоплазматической инъекции сперматозоидов (ИКСИ). При процедуре инсеминации к находящимся в питательной среде и гото-

вым к оплодотворению яйцеклеткам добавляют суспензию сперматозоидов. При этом на одну яйцеклетку приходится приблизительно от 100 до 200 тыс. сперматозоидов. При методе ИКСИ яйцеклетку оплодотворяют микрохирургическим путем: сперматозоиды погружают в яйцеклетку инструментально. Такой метод чаще всего используется при плохом качестве мужской спермы. При этом вероятность оплодотворения яйцеклетки снижается и составляет около 65—70 %.

Эмбрионы находятся в специальных питательных средах на протяжении 2—5 дней. Для хранения эмбрионов используют специальные инкубаторы, сохраняющие постоянную температуру 37 °С. Клетки эмбриона постоянно делятся, на пятый день их количество составляет около 200.

Трансплантация эмбриона в полость матки. Данная процедура абсолютно безболезненна и длится несколько минут. При помощи специального эластичного катетера в полость матки подсаживается несколько эмбрионов (2—4), обычно два. Это обусловлено возможностью увеличения шансов приживаемости эмбрионов и степени вынашивания беременности. Если женщина самостоятельно не может выносить плод, в редких случаях могут использоваться услуги суррогатного материнства.

Иногда прибегают к криоконсервации эмбрионов: полученные при ЭКО эмбрионы замораживают, и они хранятся в жидком азоте. При необходимости эмбрионы размораживают и имплантируют в полость матки для наступления беременности. По показаниям перед имплантацией производят генетическую диагностику на наличие у эмбрионов генетических и хромосомных аномалий. Этот метод также позволяет выявить пол будущего ребенка.

В целом эффективность ЭКО составляет около 30 %. Это сравнительно невысокий процент при таком сложном методе. Мероприятие ЭКО является всего лишь попыткой к достижению желаемой беременности. Эффективность процедуры зависит от возраста, причин бесплодия, квалификации врачей и материально-технического оснащения клиники. Как правило, количество попыток составляет не меньше трех, иногда супружеские пары пытаются забеременеть до 8—10 раз и больше.

Через 12 дней после имплантации эмбриона выполняется тест на беременность. В случае многоплодной беременности решается вопрос выполнения редукции количества эмбрионов, чтобы их осталось не более двух.

Роды при беременности после ЭКО протекают без каких-либо особенностей. По мнению врачей, зачатые в пробирке дети ничем не отличаются от остальных.

Понятие о контрацепции

Контрацепция — это предупреждение беременности различными способами.

Естественным методом контрацепции является исключение половой жизни за 3—5 дней до овуляции и 1—2 дня после нее. Данный метод является эффективным только при большой уверенности в четкой цикличности месячных и отсутствии факторов, способных ее нарушить.

Распространенным способом также является **барьерный** (механический) **метод** — использование презерватива, в котором сперма остается после эякуляции.

В настоящее время презерватив — единственное средство контрацепции, которое предохраняет от ВИЧ-инфекции и заболеваний, передающихся половым путем.

Гормональная контрацепция. Гормональные контрацептивы могут использоваться в виде таблеток, внутримышечных инъекций, которые выполняются каждые 3 месяца, «вшиваемых» под кожу имплантатов, гормональных пластырей, гормональных внутриматочных спиралей. Эффективность гормонального способа контрацепции приближается к 100 %. Комбинированные оральные контрацептивы подавляют овуляцию, то есть препятствуют созреванию и выходу яйцеклетки. Кроме того, они сгущают цервикальную слизь, делая тем самым шейку матки непроходимой для сперматозоидов, а также изменяют слизистую оболочку матки. В последнем случае оплодотворенная яйцеклетка не может в нее имплантироваться. Принцип действия мини-пили (содержат только прогестин в небольших количествах) несколько иной: они не подавляют овуляцию, а лишь воздействуют на цервикальную слизь и препятствуют закреплению оплодотворенной яйцеклетки в матке. Последний обычно применяется в послеродовом периоде.

Химические методы. Действие химических препаратов заключается в создании барьера для сперматозоидов (изменение цервикальной слизи или создание пены во влагалище). Другой способ воздействия — спермициды, которые разрушают сперматозоиды в течение нескольких секунд и / или посредством высвобождения кислот уменьшают их двигательную активность. Спермициды используются в большинстве случаев как дополнительное средство (например, вместе с шеечной диафрагмой ввиду ее невысокой эффективности). Они выпускаются в виде аэрозолей, кремов, свечей и таблеток, которые вводятся во влагалище непосредственно перед половым актом или за 10—15 мин до него. При этом в состав спермицидов нередко включаются лекарственные вещества, обладаю-

щие профилактическим эффектом против ряда заболеваний, передающихся половым путем.

Внутриматочные средства. В эту группу входят так называемые внутриматочные спирали. Эффективность этого способа контрацепции достигает 99 %. Специальная спираль вводится гинекологом в полость матки на срок до 5 лет. Для повышения эффективности данного способа в состав спирали вводятся специальные лекарственные вещества.

Хирургические методы. Это так называемая искусственная стерилизация. Стерилизация мужчины (вазэктомия) — это несложная хирургическая процедура, которая выполняется эндоскопически. Через 2 небольших разреза мошонки клипируется или перевязывается семявыносящий проток, что предотвращает попадание сперматозоидов в эякулят. Необходимо отметить, что после этого вмешательства гормональная функция яичка полностью сохраняется.

Стерилизация женщины — это более сложная операция, которая также выполняется эндоскопически и заключается в клипировании маточных труб, проходимость которых полностью блокируется.

Глава 8

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

Центральным органом сердечно-сосудистой системы является сердце. Оно выполняет роль насоса, предназначенного для циркуляции крови по сосудам. Сердце способно нагнетать кровь в артерии и присасывать ее из крупных вен.

Сосудистая система состоит из *кровеносной системы*, в которой циркулирует кровь, и *лимфатической системы*, в которой содержится лимфа. Эти системы функционально связаны между собой микроциркуляторным руслом. Кровеносная система выполняет в организме транспортную функцию, которая заключается в доставке питательных веществ, кислорода и гормонов к тканям, а также удалении из них продуктов метаболизма и углекислого газа. Лимфатическая система выполняет дренажную функцию — отведение из тканей избытка тканевой жидкости и обезвреживание чужеродных веществ.

Микроциркуляторное русло состоит из *гемомикроциркуляторного русла*, в котором течет кровь, и *лимфомикроциркуляторного русла*, в которое дренируется тканевая жидкость. Микроциркуляторное русло служит для обеспечения обменных процессов между тканями и кровью.

Кровеносные сосуды подразделяют на артерии и вены. *Артериями* называют сосуды, по которым *кровь течет от сердца*; *венами* — сосуды, по которым *кровь течет к сердцу*. Каждая артерия сопровождается венами, причем крупные артерии — одной веной, а артерии среднего и мелкого диаметра — двумя венами. Вены принято делить на подкожные, лежащие поверхностно, и глубокие, которые сопровождают артерии. Артерии и вены соединяются между собой сосудами гемомикроциркуляторного русла.

Стенка артерий и вен состоит из трех оболочек: внутренней, средней и наружной. Внутреннюю оболочку образуют плоские эндотелиальные клетки. Средняя оболочка состоит из гладкой мышечной ткани и содержит определенное количество эластических волокон. Мышечный слой у артерий более выражен, чем у вен. Наружная оболочка построена из соединительной ткани.

В отличие от артерий, внутренняя оболочка многих вен образует клапаны, которые по своей форме напоминают полулунные складки в виде карманов. Благодаря клапанам кровь по венам, в частности, по венам конечностей, движется только в одном направлении — к сердцу.

КРУГИ КРОВООБРАЩЕНИЯ

Из сердца кровь поступает в большой и малый круги кровообращения. Из них она снова возвращается в сердце. Круги кровообращения открыты В. Гарвеем в 1628 году.

Большим кругом кровообращения принято называть отдел кровеносной системы, который снабжает кровью все тело. Он начинается аортой в левом желудочке сердца, а заканчивается верхней и нижней полыми венами в его правом предсердии. *Малым кругом кровообращения* называется отдел кровеносной системы, который проходит через легкие. Он начинается легочным стволом в правом желудочке сердца, а заканчивается легочными венами в его левом предсердии (рис. 63).

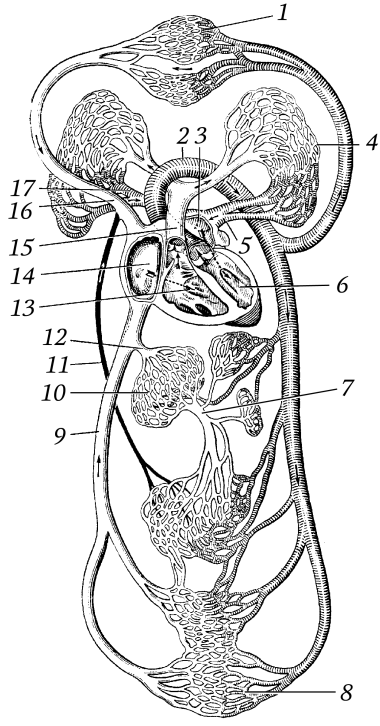


Рис. 63. Круги кровообращения (схема):

1, 8 — гемомикроциркуляторное русло; *2* — аорта; *3* — левое предсердие; *4* — сосуды легкого; *5* — левые легочные вены; *6* — левый желудочек; *7* — воротная вена; *9* — нижняя полая вена; *10* — сосуды печени; *11* — грудной лимфатический проток; *12* — печеночные вены; *13* — правый желудочек; *14* — правое предсердие; *15* — легочной ствол; *16* — верхняя полая вена; *17* — правые легочные вены

В артериях большого круга кровообращения течет, так называемая, артериальная кровь, обогащенная кислородом. Она имеет ярко-красный цвет. По венам большого круга кровообращения течет бедная кислородом и насыщенная углекислотой темно-красная венозная кровь. В малом круге кровообращения в артериях течет венозная кровь, а в венах — артериальная. Таким образом, кровеносные сосуды называются не по составу крови, которая в них содержится, а по тому направлению, в котором она течет.

СЕРДЦЕ

Сердце расположено в грудной полости, в переднем средостении. Его большая часть лежит слева, меньшая — справа от срединной линии. Сердце человека имеет конусообразную форму, по своим размерам оно приблизительно равно объему сжатой в кулак кисти. Его *верхушка* смотрит вперед, влево и вниз (рис. 64). *Основание* органа обращено назад, вправо и кверху — является местом расположения крупных сосудов. Своей передней (грудино-реберной) поверхностью сердце прилежит к грудной стенке и частично прикрыто легкими. Нижняя (диафрагмальная) поверхность соприкасается с диафрагмой в области ее сердечного вдавления. С боков (легочная поверхность) к сердцу прилежат легкие.

Сердце состоит из двух предсердий и двух желудочков. Между предсердиями и желудочками находится венечная борозда. По передней и диафрагмальной поверхностям сердца проходят передняя и задняя межжелудочковые борозды, идущие к верхушке сердца.

Правое предсердие собирает венозную кровь со всего тела. В него впадают верхняя и нижняя полые вены. Кроме того, в правое предсердие по венечному синусу оттекает кровь от стенок сердца. Предсердие имеет выпячивание,

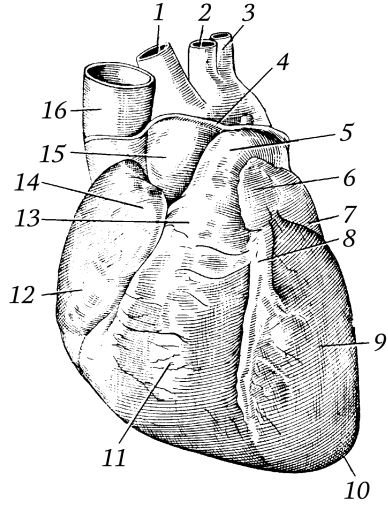


Рис. 64. Сердце (передняя поверхность):
1 — плечеголовной ствол; *2* — левая общая сонная артерия; *3* — левая подключичная артерия; *4* — перикард; *5* — легочный ствол; *6* — левое ушко; *7* — левое предсердие; *8* — передняя межжелудочковая борозда; *9* — левый желудочек; *10* — верхушка сердца; *11* — правый желудочек; *12* — правое предсердие; *13* — основание сердца; *14* — правое ушко; *15* — аорта; *16* — верхняя полая вена

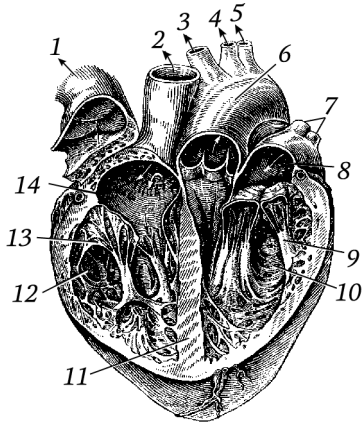


Рис. 65. Камеры сердца:

1 — легочный ствол (отвернут); *2* — верхняя полая вена; *3* — плечеголовной ствол; *4* — левая общая сонная артерия; *5* — левая подключичная артерия; *6* — аорта; *7* — легочные вены; *8* — левое предсердие; *9* — сосочковая мышца; *10* — левый желудочек; *11* — межжелудочковая перегородка; *12* — правый желудочек; *13* — сухожильные нити; *14* — правое предсердие

которое в связи с его формой называется правым ушком. На межпредсердной перегородке находится овальная ямка, в области которой у плода расположено отверстие, сообщающее правое предсердие с левым и зарастающее после рождения. Кровь из правого предсердия через правое предсердно-желудочковое отверстие попадает в правый желудочек (рис. 65).

Правый желудочек представляет собой полость, на внутренней поверхности которой имеются многочисленные мышечные перекладины — мясистые трабекулы. В полость желудочка выступают сосочковые мышцы, от которых идут сухожильные нити. Они фиксированы к створкам правого предсердно-желудочкового (трехстворчатого) клапана, закрывающего отверстие между правым предсердием и правым желудочком. Он состоит из трех створок, построенных из эндокарда. Во время расслабления желудочка кровь свободно поступает в него из предсердия, прогибая внутрь створки клапана. При сокращении желудочка кровь под давлением действует на клапан и он перекрывает предсердно-желудочковое отверстие. Сухожильные нити, прикрепленные к створкам, натягиваются и не дают им прогнуться в полость предсердия. Таким образом, венозная кровь выталкивается из желудочка в легочный ствол, идущий к легким. Отверстие, ведущее в легочный ствол, закрывает клапан легочного ствола, состоящий из трех полулунных заслонок, имеющих вид кармашков (рис. 66).

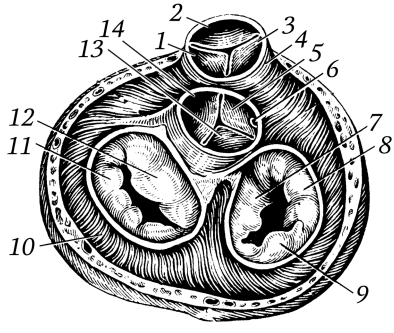


Рис. 66. Клапаны сердца:

1, 2, 3 — полулунные заслонки клапана легочного ствола; *4* — легочный ствол; *5, 13, 14* — полулунные заслонки клапана аорты; 6 — устье правой венечной артерии; *7, 8, 9* — створки правого предсердно-желудочкового клапана; *10* — левый желудочек; *11, 12* — створки митрального клапана

Во время сокращения правого желудочка полулунный клапан открывается. Во время его расслабления кровь заполняет пространство между заслонками и стенкой легочного ствола, клапан закрывается и препятствует обратному току крови из легочного ствола в правый желудочек.

Левое предсердие заполняется артериальной кровью, притекающей из легких по четырем легочным венам. По строению стенки оно напоминает правое и тоже имеет дополнительное пространство в виде левого ушка. Кровь из левого предсердия через предсердно-желудочковое отверстие поступает в левый желудочек.

Левый желудочек имеет более толстую стенку, по сравнению с правым. На ее внутренней поверхности имеются мясистые трабекулы и сосочковые мышцы, от которых идут сухожильные нити. Последние прикрепляются к краям створок левого предсердно-желудочкового (двустворчатого, митрального) клапана.

Из левого желудочка выходит аорта. В отверстии, ведущем из левого желудочка в этот сосуд, расположен клапан аорты, состоящий из трех полулунных заслонок. Непосредственно над клапаном находятся два отверстия, ведущие в правую и левую венечные артерии, которые питают сердце. Кровь от стенок сердца оттекает в венечный синус, расположенный в венечной борозде. Из синуса она поступает в правое предсердие.

Строение стенки сердца

Стенка сердца состоит из трех оболочек. Стенка желудочков значительно толще, чем стенка предсердий: толщина предсердий составляет 2—3 мм, стенка левого желудочка (около 1 см) значительно толще стенки правого желудочка (5—7 мм).

Внутренняя оболочка — *эндокард*, образована плоскими эндотелиальными клетками и имеет вид тонкой пленки. Створчатые и полулунные клапаны, а также сухожильные нити состоят из эндокарда. Средняя оболочка — *миокард*, является наиболее толстым слоем стенки сердца и представлена сердечной мышечной тканью. В желудочках миокард состоит из трех слоев: наружного и внутреннего продольных и среднего — циркулярного. В предсердиях мышечная оболочка представлена двумя слоями: наружным — циркулярным и внутренним — продольным. Наружная оболочка сердца — *эпикард* — это серозная оболочка, фиксированная к миокарду.

На уровне крупных кровеносных сосудов эпикард переходит в околосердечную сумку — *перикард*. Между перикардом и эпикардом находится полость околосердечной сумки (полость перикарда). Она заполнена небольшим количеством серозной жидкости, снижающей трение во время сокращений сердца.

Проводящая система сердца

Внутри сердца имеется совокупность структур, способных самостоятельно образовывать импульсы, проводить их и передавать от одного отдела органа к другому на сердечную мышцу. Это проводящая система, которая состоит из узлов и пучков, представленных атипичными кардиомиоцитами (рис. 67).

Синусно-предсердный узел (синусно-атриальный узел, узел Киса — Флека) лежит в области правого ушка. Он является основным генератором импульса, поэтому его еще называют водителем ритма (пейсмекером). Частота генерируемых им импульсов составляет 60—80 имп./мин. Этот узел передает возбуждение на предсердия. Кроме того, от него по межпредсердному пучку (Бахмана) импульс направляется в *предсердно-желудочковый узел* (атриовентрикулярный узел, узел Ашоффа — Тавары), который находится в верхней части межжелудочковой перегородки. Он также способен автоматически воспроизводить импульс с частотой около 40 имп./мин. От предсердно-желудочкового узла отходит предсердно-желудочковый пучок (пучок Гиса). Он идет в межжелудочковой перегородке и разделяется на левую и правую ножки предсердно-желудочкового пучка (ножки пучка Гиса), которые в миокарде желудочков заканчиваются в виде тонких волокон (волокна Пуркинье).

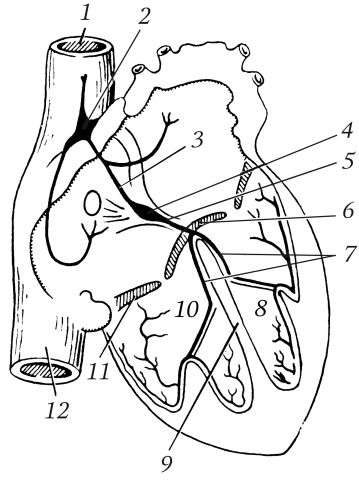


Рис. 67. Проводящая система сердца:

1 — верхняя полая вена; *2* — синусно-предсердный узел; *3* — межпредсердный пучок; *4* — предсердно-желудочковый узел; *5* — пучок Гиса; *6* — митральный клапан; *7* — ножки пучка Гиса; *8* — левый желудочек; *9* — межжелудочковая перегородка; *10* — волокна Пуркинье правого желудочка; *11* — трехстворчатый клапан; *12* — нижняя полая вена

Проводящая система сердца позволяет ему функционировать относительно автономно. Нервные и гуморальные влияния на орган координируют работу проводящей системы. В случае повреждения узлов и пучков проводящей системы возникают аритмии.

Свойства сердечной мышцы

Сердечная мышца обладает рядом свойств. Основными из них являются: возбудимость, автоматизм, проводимость и сократимость.

1. Возбудимость — способность под действием раздражений (заполнение предсердий кровью) приходить в состояние возбуждения, при котором изменяется электрическая активность сердца.

2. Автоматизм — способность узлов проводящей системы сердца самостоятельно приходить в состояние возбуждения (генерировать импульс) через строго определенные промежутки времени.

3. Проводимость — способность проводящей системы сердца проводить возникший импульс ко всем участкам миокарда.

4. Сократимость — способность сердечной мышцы отвечать сокращением на пришедший импульс.

Первые три свойства обусловлены наличием в миокарде атипичных кардиомиоцитов, образующих проводящую систему. Сократимость обеспечивается типичными кардиомиоцитами.

Работа сердца

Сердце человека работает непрерывно в течение всей жизни. В нем постоянно наблюдаются ритмичные последовательные сокращения (систола) и расслабления (диастола) предсердий и желудочков. Это обеспечивает постоянную циркуляцию крови в организме.

Однотипная последовательность систолы и диастолы камер сердца называется сердечным циклом. Учитывая, что частота сердечных сокращений составляет в среднем 60—80 в минуту, на один сердечный цикл приходится 0,8—1 с.

Первая фаза называется *систолой предсердий* и *диастолой желудочков*. При сокращении предсердий открываются трехстворчатый и двустворчатый клапаны, и кровь нагнетается в желудочки, находящиеся в расслабленном состоянии. Эта фаза занимает около 0,1 с.

Вторая фаза — *систола желудочков* и *диастола предсердий*. В этот период миокард желудочков сокращается, что приводит к значительному повышению давления в полости желудочков. Под его воздействием захлопываются трехстворчатый и двустворчатый клапаны. В дальнейшем открываются полулунные клапаны: кровь из левого желудочка выталкивается в аорту, а из правого — в легочный ствол.

В это время предсердия вступают в фазу диастолы: расслабляются и начинают заполняться кровью. Продолжительность фазы — 0,3 с.

Третья фаза — *общая диастола*. После изгнания крови из желудочков, миокард расслабляется, полулунные клапаны аорты и легочного ствола закрываются, в предсердия поступает кровь: в левое — из легочных вен, в правое — из верхней и нижней полых вен. Возникает общая для миокарда всех камер сердца пауза — диастола. В это время кровь наполняет не только предсердия, но и желудочки: под действием силы тяжести крови приоткрываются предсердно-желудочковые клапаны и она перемещается из предсердий в желудочки. Затем весь цикл повторяется. Продолжительность фазы общей диастолы — 0,4 с.

Количество сокращений сердца за 1 минуту называют частотой сердечных сокращений (ЧСС). В среднем этот показатель составляет 60—80 уд/мин. За один цикл сердце выталкивает 70—100 мл крови из левого желудочка в аорту и столько же из правого желудочка в легочный ствол. Это количество принято обозначать как ударный объем (УО). Количество крови, выталкиваемой сердцем за одну минуту называют минутным объемом кровообращения (МОК). В условиях физического покоя МОК составляет около 4—6 л/мин. Он колеблется в зависимости от пола, возраста, физического развития и тренированности. За час сердце выталкивает 250—600 л крови, а за сутки — 12—15 т.

Более редкий ритм работы сердца (менее 60 уд/мин) называется брадикардией. При интенсивной физической нагрузке и нервно-психическом перенапряжении частота сердечных сокращений увеличивается и составляет 90—120 уд/мин и более. Такой ритм работы сердца называется тахикардией.

Для большей информативности целесообразно привести следующие функциональные характеристики сердца в норме:

— сердце сокращается в среднем за 1 мин — 60 раз; за сутки — 100 тыс. раз; за год — 400 млн раз;

— за одно сокращение в аорту выбрасывается 80—100 мл крови, за 1 мин — 5 л, за 1 ч — 300 л, за сутки — 7500 л.

При большой физической нагрузке все эти показатели увеличиваются в 2—3 раза. Стоит только вдуматься в данные цифры и сразу становится понятна роль сердца как центрального органа сердечно-сосудистой системы. Важно напомнить, что остановка сердца уже через 5 мин приводит к смерти. Поэтому сердце — жизненноважный орган.

Электрокардиография

Атипичные кардиомиоциты характеризуются способностью генерировать и проводить импульс, вызывающий сокращение сердечной мышцы. В основе этих процессов лежит перемещение ионов (Ca^{2+}, Na^{+}, K^{+}, Cl^{-}) через мембрану миокардиальной клетки.

Запись электрических процессов, происходящих в сердце, называется электрокардиографией (ЭКГ). Для этого используются специальные приборы — электрокардиографы. Данный метод исследования широко используется в диагностике различных заболеваний: нарушений ритма и проводимости, ишемической болезни сердца. Для проведения электрокардиографии на различных участках тела размещают электроды, позволяющие регистрировать электрические процессы, происходящие в миокарде.

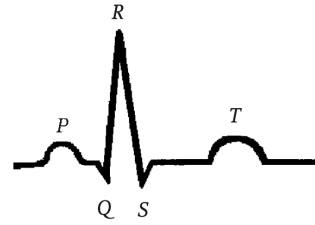


Рис. 68. Электрокардиографический комплекс в стандартном отведении

Электрокардиограмма выглядит как зубчатая линия. Каждый сердечный цикл регистрируется как совокупность характерных зубцов (рис. 68). Расстояния между ними называют интервалами. Сердечные циклы повторяются с определенной частотой, следовательно, и последовательность зубцов в норме повторяется с той же частотой. Зубцы электрокардиограммы обозначаются латинскими буквами *P, Q, R, S* и *T*. Зубец *P* называют предсердным комплексом. Он отражает процесс распространения возбуждения по предсердиям. Интервал *PQ* отражает время распространения возбуждения от узла Киса — Флека до миокарда желудочков. Комплекс зубцов *QRS* называют желудочковым комплексом. Он формируется в процессе возбуждения желудочков. Зубец *T* отражает процессы восстановления потенциалов и соответствует фазе общей диастолы.

Регуляция деятельности сердца

Сердце обладает автоматизмом. В то же время на орган оказывают влияние гуморальные факторы и нервная система. Было установлено, что сила сокращений сердца напрямую зависит от наполнения желудочков кровью в период диастолы. В случае поступления в камеры сердца большого количества крови, происходит некоторое растяжение стенки — кардиомиоциты растягиваются и во время систолы их сокращение происходит более интенсивно, чем в условиях обычного притока крови по венам. Таким образом, сила сокращений сердечной мышцы тем больше, чем большее количество крови заполняет желудочки перед систолой. Данный феномен называют законом Франка — Старлинга.

При кровопотере количество крови, содержащейся в сосудистом русле уменьшается, а, следовательно, и венозный возврат к сердцу. В результате миокард сокращается с меньшей интенсивностью. В конечном итоге возможна остановка сердечной деятельности.

Важную роль в регуляции деятельности сердца принадлежит нервной системе. В первую очередь, ее вегетативному отделу. В продолговатом мозге располагается сосудодвигательный центр, который связан с блуждающим нервом, ветви которого обеспечивают парасимпатическую иннервацию сердца. Симпатическая иннервация сердца обеспечивается волокнами симпатического ствола. Парасимпатическая нервная система уменьшает частоту и силу сердечных сокращений, тормозит проводимость импульсов по атипичным кардиомиоцитам. Активация симпатической нервной системы приводит к учащению ритма, увеличению силы сокращения миокарда, и повышению возбудимости и проводимости.

Действие на сердце адреналина, норадреналина, дофамина аналогично действию симпатической нервной системы. Гормоны щитовидной железы (тироксин, трийодтиронин) увеличивают частоту сердечных сокращений. Ацетилхолин вызывает эффекты, сходные с таковыми парасимпатической нервной системы.

Сердце чувствительно и к ионному составу плазмы крови. Ионы Ca^{2+} и K^{+} повышают возбудимость клеток миокарда. Их недостаток (в первую очередь K^{+}) приводит к различного рода аритмиям, иногда и к остановке сердца.

Ишемическая болезнь сердца. Инфаркт миокарда

Питание сердечной мышцы осуществляется коронарными артериями, отходящими от начальной части аорты (см. ниже). При некоторых состояниях, например, при атеросклерозе, происходит уменьшение диаметра коронарной артерии за счет формирования атеросклеротической бляшки — отложения холестерина в стенке сосуда. При этом развивается так называемая *ишемическая болезнь сердца* (ИБС). Если процесс заходит очень далеко, недостаточно кровоснабжаемый участок стенки сердца омертвевает — формируется инфаркт миокарда.

Клетки сердечной мышцы регенерируют очень медленно, потому омертвевший участок замещается соединительной тканью — образуется рубец. Омертвевший миокард или сформировавшаяся на его месте соединительная ткань сокращаться не могут, поэтому при инфаркте миокарда существенно снижается сократительная функция сердца. Поэтому инфаркт миокарда является угрожающим для жизни заболеванием.

Инфаркт миокарда может развиться и в состоянии стресса, когда сердце начинает работать очень быстро. При этом увеличивается артериальное давление, но в результате спазма коронарных артерий миокарду не хватает питания. Такие ситуации чаще всего развиваются у молодых, недостаточно тренированных мужчин. Необходимо отметить, что еще 10 лет назад инфаркт миокарда у 35-летнего мужчины считался большой редкостью. К сожалению, сейчас ин-

фаркт миокарда существенно «помолодел» — довольно часто встречаются инфаркты в возрасте 25—30 лет.

Основными факторами развития инфаркта миокарда являются избыточное питание и малоподвижный образ жизни — нетренированное сердце. Не менее опасны избыточные физические нагрузки. Многие люди, не посоветовавшись с врачом, перегружают свое сердце, что также может стать причиной инфаркта миокарда. Следовательно, нагрузка должна быть строго дозированной и адекватной структурно-функциональному состоянию сердечной мышцы человека.

Сердечно-сосудистая хирургия не стоит на месте. По современной доктрине очень важно оказать помощь пострадавшему в максимально ранние сроки от начала приступа ишемической болезни, не дав развиться инфаркту. В специализированных стационарах выполняют коронарографию: контрастируют коронарную артерию и находят место сужения. Для этого делают пункцию бедренной или плечевой артерии и под контролем лучевых методик исследования проводят специальный проводник до места отхождения от устья аорты коронарных артерий, проникают в них и вводят контрастное вещество.

По показаниям с использованием проводника к месту сужения коронарной артерии могут подвести стент — специальный эндопротез, который расправляется, изнутри расширяет сосуд, устраняя место сужения.

При далеко зашедших случаях в межприступный период выполняют *аорто-коронарное шунтирование*. Суть оперативного вмешательства заключается в следующем: в обход пораженного участка коронарной артерии вшивают добавочный сосуд, по которому кровь от аорты поступает к ветвям пораженной артерии. Таких анастомозов могут накладывать от 2—3 до 8—10 в зависимости от степени тяжести процесса.

АРТЕРИАЛЬНАЯ СИСТЕМА

Артерии большого круга кровообращения служат для доставки крови в гемомикроциркуляторное русло к тканям. Она состоит из артерий, самые крупные из которых имеют схожую архитектонику и топографию у большинства людей (рис. 69).

Самой крупной артерией организма человека является аорта. В среднем ее диаметр составляет около 2 см. Она выходит из левого желудочка и имеет три части: восходящую часть, дугу и нисходящую часть. Нисходящая часть в свою очередь состоит из грудного и брюшного отделов. На уровне 5 поясничного позвонка брюшная часть аорты разделяется на правую и левую общие подвздошные артерии.

I. **Восходящая часть аорты** в своем начальном участке лежит позади легочного ствола. От нее отходят упомянутые правая и левая ве-

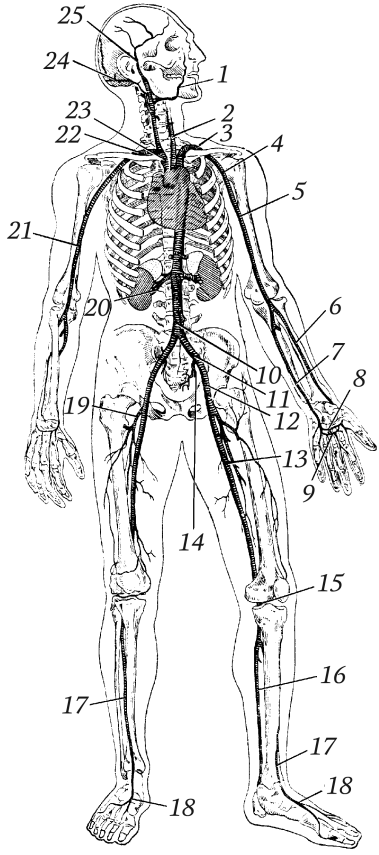


Рис. 69. Артериальная система (схема):

1 — лицевая артерия; *2* — левая общая сонная артерия; *3* — левая подключичная артерия; *4* — подмышечная артерия; *5* — левая плечевая артерия; *6* — лучевая артерия; *7* — локтевая артерия; *8* — глубокая ладонная дуга; *9* — поверхностная ладонная дуга; *10* — брюшная часть аорты; *11* — левая общая подвздошная артерия; *12* — наружная подвздошная артерия; *13* — бедренная артерия; *14* — внутренняя подвздошная артерия; *15* — подколенная артерия; *16* — задняя большеберцовая артерия; *17* — передняя большеберцовая артерия; *18* — тыльная артерия стопы; *19* — глубокая артерия бедра; *20* — почечная артерия; *21* — правая плечевая артерия; *22* — правая подключичная артерия; *23* — плечеголовной ствол; *24* — затылочная артерия; *25* — поверхностная височная артерия

нечные (коронарные) артерии, питающие стенку сердца. Поднимаясь вверх и вправо, восходящая часть переходит в дугу аорты.

II. **Дуга аорты** получила свое название благодаря соответствующей форме. От ее верхней поверхности начинаются три крупные артерии: плечеголовной ствол, левая общая сонная и левая подключичная. Плечеголовной ствол отходит от дуги аорты, идет вправо и вверх, затем разделяется на правую общую сонную и правую подключичную артерии.

Сонные артерии. Правая общая сонная артерия отходит от плечеголовного ствола, левая — непосредственно от дуги аорты. Таким образом, левая общая сонная артерия длиннее правой. По своему ходу этот сосуд ветвей не имеет. Общая сонная артерия прилегает к передним бугоркам поперечных отростков пятого-шестого шейных позвонков, к которым в случае ранения она может быть прижата. Общая сонная артерия на уровне верхнего края щитовидного хряща делится на свои конечные ветви: наружную и внутреннюю сонные артерии. Здесь располагается каротидный синус — место скопления хеморецепторов, контролирующих химический состав крови.

Наружная сонная артерия поднимается вверх до уровня наружного слухового прохода, где разделяется на конечные ветви. Она снабжает кровью гортань, щитовидную железу, мышцы шеи, язык,

подъязычную железу, слизистую оболочку рта, глотку, слуховую трубу, мягкое небо и среднее ухо, кожу и мышцы затылочной области. Одной из важных ветвей наружной сонной артерии является лицевая артерия, которая отдает ветви к поднижнечелюстной железе, нёбной миндалине и мимическим мышцам; она продолжается до угла глаза под названием угловая артерия.

Конечными ветвями наружной сонной артерии являются: поверхностная височная и верхнечелюстная артерии. Поверхностная височная артерия проходит спереди от наружного слухового прохода и участвует в питании мягких тканей лица, а также лобной, височной и теменной областей. Верхнечелюстная артерия, проходит кнутри от шейки нижней челюсти, питая глубокие ткани лица, зубы, а также твердую мозговую оболочку. Кроме того, верхнечелюстная артерия снабжает кровью жевательные мышцы, участвует в питании полости носа, подглазничной области и мягкого неба.

Внутренняя сонная артерия на шее ветвей не имеет. Она проходит через сонный канал височной кости в полость черепа, где отдает глазную, переднюю и среднюю мозговые артерии, обеспечивающие кровью глазное яблоко, лобную, височную и теменную доли головного мозга.

Подключичная артерия слева длиннее, чем справа. Она перегибается через первое ребро и проходит между лестничными мышцами вместе с плечевым сплетением. Эта артерия имеет несколько ветвей. Внутренняя грудная артерия идет вниз по внутренней поверхности грудины. Позвоночная артерия, после отхождения от подключичной, направляется в отверстия поперечных отростков шести верхних шейных позвонков, проникает в полость черепа через большое затылочное отверстие и соединяется с позвоночной артерией противоположной стороны, образуя непарную базилярную артерию. Последняя отдает ветви к продолговатому мозгу, мосту, мозжечку и среднему мозгу. Затем она разветвляется на две задние мозговые артерии, кровоснабжающие затылочную и часть височной долей.

От подключичной артерии также отходят сосуды, снабжающие кровью щитовидную железу, мышцы шеи, первый межреберный промежуток и некоторые мышцы спины.

Таким образом, ветви подключичной артерии принимают участие в питании головного и отчасти спинного мозга, грудной клетки, мышц и кожи передней стенки живота, диафрагмы и ряда внутренних органов: гортани, трахеи, пищевода, щитовидной и вилочковой желез.

Подмышечная артерия является непосредственным продолжением подключичной артерии. Ее ветви снабжают кровью кожу и мыш-

цы груди, плечевого пояса и спины, а также кожу и мышцы плеча в его верхней части. Выйдя из-под нижнего края большой грудной мышцы, подмышечная артерия продолжается в плечевую артерию.

Плечевая артерия расположена кнутри от двуглавой мышцы плеча. Ее пульсация легко прощупывается в средней трети плеча, в борозде между двуглавой и трехглавой мышцами. Обычно на плечевой артерии определяют величину артериального давления. По своему ходу этот сосуд дает ветви, питающие мышцы плеча, локтевой сустав, а также плечевую кость. В локтевой ямке плечевая артерия делится на свои конечные ветви — лучевую и локтевую артерии.

Лучевая артерия идет спереди лучевой кости и хорошо прощупывается в области нижней трети предплечья. Переходя на кисть, артерия снаружи огибает запястье, проходит кпереди между первой и второй пястными костями и продолжается в *глубокую ладонную дугу*, от которой отходят ветви к мышцам и коже кисти.

Локтевая артерия идет с медиальной стороны по передней поверхности предплечья, отдавая ветви к локтевому суставу и мышцам предплечья. Переходя на кисть локтевая артерия продолжается в *поверхностную ладонную дугу*. От поверхностной ладонной дуги, как и от глубокой, отходят ветви к мышцам и коже кисти. Пальцевые артерии отходят от ладонных дуг. Они располагаются по боковым поверхностям пальцев в подкожной клетчатке. На пальцах кисти имеется хорошо развитая сеть анастомозов, наибольшее их количество располагается в области дистальных фаланг.

III. **Нисходящая часть аорты.** Дуга аорты переходит в нисходящую часть, которая проходит в грудной полости под названием грудной части аорты. Грудная часть аорты ниже диафрагмы носит название брюшной части аорты. Последняя на уровне четвертого поясничного позвонка делится на свои конечные ветви — правую и левую общие подвздошные артерии.

Грудная часть аорты располагается слева от позвоночного столба. От нее отходят висцеральные (внутренностные) и париетальные (пристеночные) ветви. *Висцеральные ветви* снабжают кровью трахею, бронхи и паренхиму легкого, пищевод и перикард. *Париетальные ветви* питают диафрагму, стенки грудной полости, молочные железы, мышцы и кожу спины, спинной мозг.

Брюшная часть аорты идет спереди от тел поясничных позвонков, располагаясь несколько слева от срединной плоскости. Опускаясь вниз, она отдает париетальные и висцеральные ветви. *Париетальные ветви* являются парными: нижние диафрагмальные артерии; четыре пары поясничных артерий, которые снабжают кровью, соответственно, диафрагму, поясничную область и спинной мозг. *Висцеральные ветви* делят на парные и непарные. К парным относят

среднюю надпочечниковую, почечную, ячниковую (яичковую) артерии, которые снабжают кровью одноименные органы.

Непарными ветвями является: чревный ствол, верхняя и нижняя брыжеечные артерии. *Чревный ствол* разделяется на три крупные ветви, идущие к желудку, печени и селезенке, а также двенадцатиперстной кишке, поджелудочной железе и желчному пузырю. *Верхняя и нижняя брыжеечные артерии* принимают участие в кровоснабжении кишечника. Верхняя брыжеечная артерия питает всю тонкую кишку, слепую кишку и червеобразный отросток, восходящую ободочную кишку и правую половину поперечной ободочной кишки. Нижняя брыжеечная артерия обеспечивает кровью левую половину поперечной ободочной кишки, нисходящую и сигмовидную ободочную кишку, а также верхнюю часть прямой кишки. Между двумя названными сосудами имеются многочисленные анастомозы.

Брюшная аорта на уровне четвертого поясничного позвонка делится на правую и левую общие подвздошные артерии. Каждая из них, в свою очередь, отдает внутреннюю и наружную подвздошные артерии.

Внутренняя подвздошная артерия, опускается в полость малого таза где кровоснабжает органы малого таза и его стенки.

Наружная подвздошная артерия является продолжением общей подвздошной артерии. Она проходит на бедро под паховой связкой и продолжается в бедренную артерию.

Бедренная артерия, выйдя из-под паховой связки, направляется между мышцами бедра передней и медиальной групп и далее — в подколенную ямку. Эта артерия по своему ходу дает ветви, питающие мышцы бедра, наружные половые органы, а также отчасти кожу и мышцы живота.

Продолжением бедренной артерии является *подколенная артерия*, которая проходит в глубине подколенной ямки и питает область коленного сустава. Перейдя на голень, она делится на заднюю и переднюю большеберцовые артерии.

Задняя большеберцовая артерия питает, главным образом, мышцы голени задней группы. Ответвляющаяся от нее малоберцовая артерия снабжает кровью латеральную группу мышц голени. Пройдя под медиальной лодыжкой, задняя большеберцовая артерия ложится на подошвенную поверхность стопы и разветвляется на свои конечные ветви — *латеральную* и *медиальную подошвенные артерии*, снабжающие кровью стопу со стороны ее подошвенной поверхности.

Передняя большеберцовая артерия проходит кпереди от межкостной мембраны голени, снабжая кровью мышцы передней группы. Спускаясь вниз, она переходит на тыл стопы, продолжаясь в *тыльную артерию стопы*, ветви которой участвуют в кровоснабжении тыла стопы и анастомозируют с сосудами подошвы.

Артерии пальцев стопы (подошвенные и тыльные) проходят ближе к их боковым поверхностям. Подошвенные сосуды крупнее тыльных, у кончиков пальцев они образуют сети.

Места пальцевого прижатия крупных артерий

Некоторые крупные артерии можно прощупать на теле человека в местах их поверхностного расположения. При повреждении артерий их просвет зияет. В связи с этим кровь из данных сосудов выбрасывается сильной пульсирующей струей. В целях временной остановки кровотечения рекомендуется прижать поврежденный сосуд к костным образованиям (рис. 70). Так, брюшную аорту можно прижать к позвоночному столбу в области пупка. В этом случае прекратится кровотечение из нижележащих сосудов. Общую сонную артерию прижимают к VI шейному позвонку. Поверхностная височная артерия легко прощупывается в височной области кпереди от наружного слухового отверстия. Для остановки кровотечения из подмышечной артерии или верхних отделов плечевой артерии к I ребру может быть прижата подключичная артерия. В подмышечной впадине к головке плечевой кости прижимают подмышечную артерию. В среднем отделе плеча по его внутреннему краю прижимают плечевую артерию. Наружную подвздошную артерию можно прижать к ветви лобковой кости, бедренную и подколенную — к бедренной кости, а тыльную артерию стопы — к костям предплюсны.

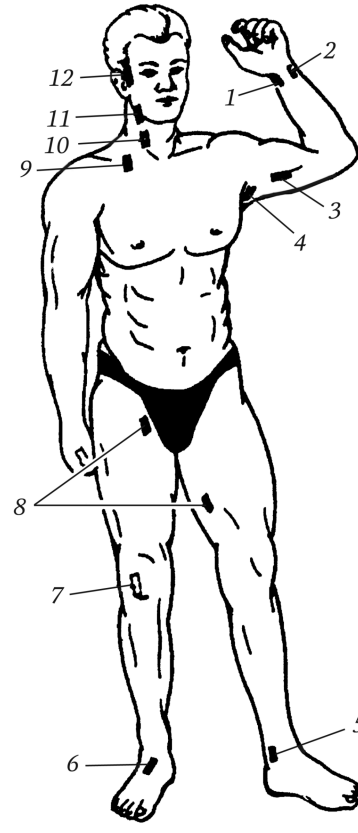


Рис. 70. Места пальцевого прижатия крупных артерий:

1 — лучевой; *2* — локтевой; *3* — плечевой; *4* — подмышечной; *5* — задней большеберцовой; *6* — тыльной артерии стопы; *7* — подколенной; *8* — бедренной; *9* — подключичной; *10* — общей сонной; *11* — лицевой; *12* — поверхностной височной

ВЕНОЗНАЯ СИСТЕМА

Вены несут кровь от органов к сердцу. Стенки их тоньше, чем у артерий. Движение крови по этим сосудам обусловлено присасывающим действием сердца и грудной полости, в которой во время вдоха образуется отрицательное давление. Определенную роль в транспорте крови играют также сокращения окружающих мышц и ток крови по прилежащим артериям. В стенках венозных сосудов имеются клапаны, препятствующие обратному (в противоположном от сердца направлении) перемещению крови. Вены берут начало от мелких разветвленных венул, которые, в свою очередь, начинаются от сети капилляров. Затем они собираются в более крупные сосуды, образующие в итоге крупные магистральные вены.

По числу крупных венозных коллекторов вены большого круга подразделяют на четыре отдельных системы: система венечного синуса; система верхней полой вены; система нижней полой вены; система воротной вены.

I. **Система венечного синуса.** Венечный синус является продолжением большой сердечной вены и располагается на задней поверхности сердца в венечной борозде (между левым предсердием и левым желудочком). Средняя и малая сердечные вены вливаются в венечный синус. Из него кровь поступает непосредственно в правое предсердие. Небольшие по размеру вены сердца открываются непосредственно в правое предсердие.

II. **Система верхней полой вены.** Верхняя полая вена образуется при слиянии правой и левой плечеголовных вен (рис. 71).

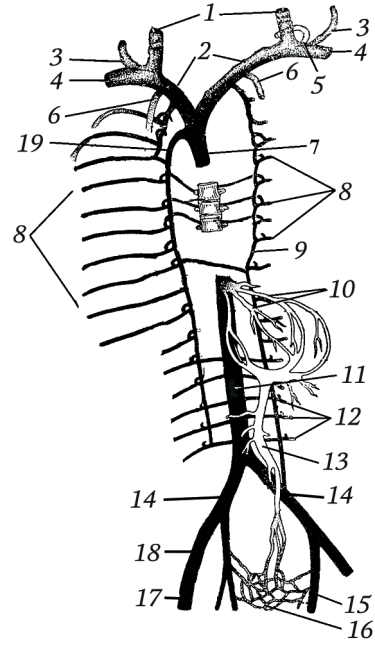


Рис. 71. Венозная система (схема):

1 — внутренняя яремная вена; *2* — плечеголовная вена; *3* — наружная яремная вена; *4* — подключичная вена; *5* — грудной лимфатический проток; *6* — внутренняя грудная вена; *7* — верхняя полая вена; *8* — межреберные вены; *9* — полунепарная вена; *10* — печеночные вены; *11* — нижняя полая вена; *12* — поясничные вены; *13* — воротная вена; *14* — общая подвздошная вена; *15* — внутренняя подвздошная вена; *16* — прямокишечное венозное сплетение; *17* — бедренная вена; *18* — наружная подвздошная вена; *19* — непарная вена

Верхняя полая вена собирает кровь от головы, шеи, верхних конечностей, стенок грудной и частично брюшной полостей. Она впадает в правое предсердие.

В верхнюю полую вену вливается непарная вена, собирающая кровь от стенок грудной и частично брюшной полостей. Кроме того, притоки непарной вены несут кровь от диафрагмы, перикарда, органов средостения — пищевода, бронхов.

Плечеголовные вены, правая и левая, образуются в результате слияния подключичной и внутренней яремной вен. Место соединения подключичной вены с внутренней яремной называют венозным углом. В левый венозный угол впадает грудной лимфатический проток, в правый — правый лимфатический проток. Плечеголовные вены принимают кровь от щитовидной железы, позвоночного столба, средостения и, частично, от межреберных промежутков.

Внутренняя яремная вена, начинается от яремного отверстия, являясь непосредственным продолжением *сигмовидного синуса* твердой мозговой оболочки. Это наиболее крупная вена в области шеи. Она проходит в составе сосудисто-нервного пучка шеи, вместе с общей сонной артерией и блуждающим нервом. По ней оттекает кровь от полости черепа, лица и органов шеи в плечеголовную вену.

Наружная и *передняя яремные вены* относятся к числу подкожных вен шеи. Они собирают кровь от кожи боковой и передней поверхностей шеи, образуя между собой хорошо выраженные анастомозы. Кровь по ним течет, главным образом, во внутреннюю яремную вену. Наружная яремная вена развита лучше, чем передняя, и хорошо видна через кожу. Эти вены не имеют клапанов. Следует особо отметить, что ток крови по венам головы и шеи осуществляется, во многом, за счет действия силы тяжести.

Подключичная вена проходит кпереди от лестничных мышц. Она является непосредственным продолжением подмышечной вены и собирает кровь от верхней конечности.

Вены верхней конечности подразделяют на *глубокие* и *поверхностные* (подкожные). Глубокие вены сопровождают соименные артерии. Каждую артерию, как правило, сопровождают две вены. Исключение составляют подмышечная вена и вены пальцев. Подмышечная вена является продолжением двух плечевых вен и переходит в подключичную вену.

На верхней конечности проходят две крупные подкожные вены — медиальная и латеральная подкожные вены руки (рис. 72). Они берут свое начало на кисти от тыльной венозной сети. Первая начинается в области мизинца, проходит по медиальному краю предплечья и впадает в плечевую вену. Вторая начинается в области

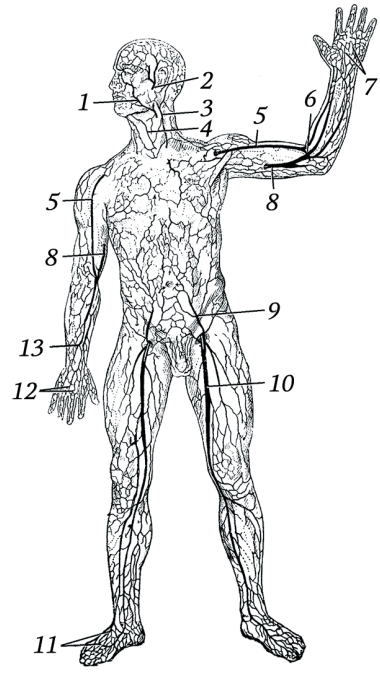


Рис. 72. Поверхностные вены:

1 — лицевая вена; *2* — поверхностная височная вена; *3* — наружная яремная вена; *4* — передняя яремная вена; *5, 13* — латеральная подкожная вена руки; *6* — промежуточная (срединная) вена локтя; *7* — венозная сеть ладони; *8* — медиальная подкожная вена руки; *9* — поверхностная надчревная вена; *10* — большая подкожная вена ноги; *11* — венозная сеть тыла стопы; *12* — венозная сеть тыла кисти

большого пальца, проходит по латеральной поверхности предплечья и плеча, в борозде между дельтовидной и большой грудной мышцами, впадая в подмышечную вену. Анастомоз между подкожными венами в области локтевой ямки носит название *промежуточной вены локтя*. Она соединяется с глубокими венами предплечья. В этот сосуд производят внутривенные инъекции.

III. **Система нижней полой вены.** Нижняя полая вена является самой крупной веной тела человека (ее диаметр колеблется от 22 до 34 мм). Она образуется после слияния правой и левой общих подвздошных вен. Последние, в свою очередь, формируются после слияния наружной и внутренней подвздошных вен. Нижняя полая вена расположена несколько справа от срединной плоскости; слева от нее располагается аорта. Она проходит через диафрагму в области ее сухожильного центра. Нижняя полая вена впадает в правое предсердие.

В систему нижней полой вены кровь поступает от нижней конечности (наружная подвздошная вена), стенок и органов таза (внутренняя подвздошная вена), нижней части туловища (поясничные вены) и некоторых органов брюшной полости: почек, надпочечников, печени и яичек (яичников).

Внутренняя подвздошная вена собирает кровь от стенок и внутренних органов малого таза. Вены, собирающие кровь от органов таза, образуют многочисленные анастомозы, носящие название венозных сплетений. Хорошо выражены венозные сплетения в области внутренних половых органов, мочевого пузыря, прямой кишки. У мужчин эти сплетения располагаются около предстательной железы, семенных пузырьков, а у женщин — около матки и влагалища.

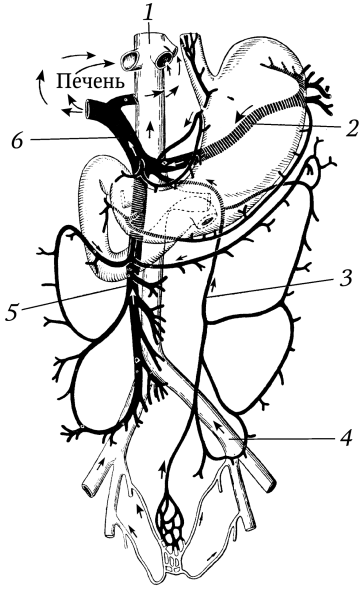
Наружная подвздошная вена является продолжением бедренной вены и несет кровь от нижней конечности, а также, частично, от передней стенки живота.

Вены нижней конечности разделяют на *поверхностные* (подкожные) и *глубокие*. Все глубокие вены нижней конечности сопровождают одноименные артерии. В большинстве случаев артерию окружают две вены, при этом бедренная и подколенная вены являются непарными сосудами. Бедренная вена проходит под паховой связкой и продолжается в наружную подвздошную вену.

Поверхностные вены начинаются от тыльной венозной дуги стопы. *Большая подкожная вена ноги* начинается от внутренней поверхности стопы, идет по медиальной поверхности голени и бедра, впадая в бедренную вену. *Малая подкожная вена ноги* начинается в области наружного края стопы и около латеральной лодыжки переходит на заднюю поверхность голени, вливаясь в подколенную вену. Между поверхностными и глубокими венами имеются многочисленные анастомозы.

Знание архитектоники вен нижней конечности помогает хирургам проводить операции по поводу одного из распространенных заболеваний — варикозной болезни.

IV. **Система воротной вены.** Воротная вена собирает кровь от непарных органов брюшной полости: от желудка, поджелудочной железы, желчного пузыря, тонкой и толстой кишок, селезенки (рис. 73). Корнями воротной вены являются *верхняя и нижняя брыжеечные*, а также *селезеночная вены*.



Особенностью воротной вены является то, что она несет кровь не к сердцу, а к печени. В этом органе воротная вена распадается на многочисленные ветви. Ветви воротной вены вместе с ветвями печеночной артерии образуют особый вид капилляров — синусоиды. Эти микроскопические сосуды в дольке печени собираются в центральные вены. Последние, объединяясь, формируют печеночные вены, которые впадают в нижнюю полую вену.

Рис. 73. Воротная вена (схема):

1 — нижняя полая вена; 2 — селезеночная вена; 3 — нижняя брыжеечная вена; 4 — левая общая подвздошная вена; 5 — верхняя брыжеечная вена; 6 — воротная вена

ГЕМОМИКРОЦИРКУЛЯТОРНОЕ РУСЛО

Из самых малых по диаметру внутриорганных артерий кровь поступает в сосуды гемомикроциркуляторного русла (ГМЦР), которое представлено артериолами, прекапиллярными артериолами, капиллярами, посткапиллярными венулами и венулами (рис. 74). Названные сосуды участвуют в обеспечении обменных процессов в органах и тканях.

Характерной особенностью артериол — приносящих сосудов ГМЦР, является наличие в составе стенки всех трех оболочек. Прекапиллярные артериолы содержат циркулярно расположенные миоциты только в местах своего начала. Они образуют прекапиллярные сфинктеры, выполняющие роль сосудистых кранов. Эти микроскопические структуры регулируют поступление крови в капиллярное русло.

Из прекапиллярных артериол кровь поступает в капилляры. Они являются самыми тонкостенными сосудами и состоят только из плоских эндотелиальных клеток, расположенных на базальной мембране. Их диаметр колеблется от 3 до 10 мкм. Капилляры обеспечивают обменные процессы между кровью и тканевой жидко-

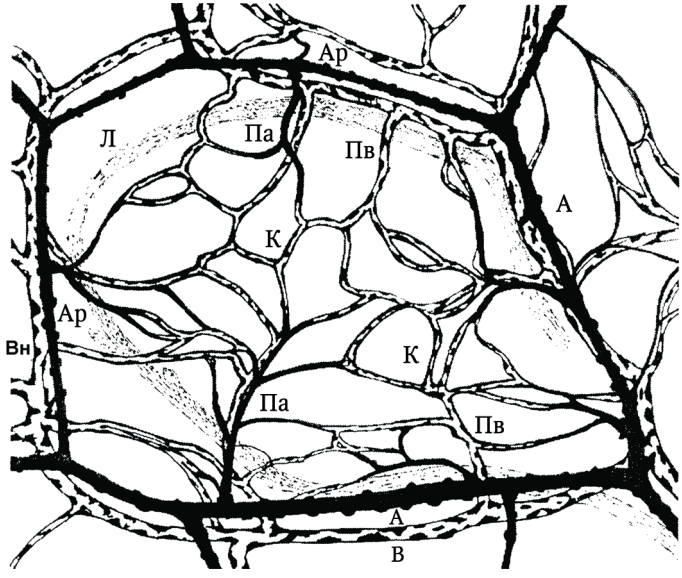


Рис. 74. Сосуды микроциркуляторного русла (схема):
А – артерия; Ар – артериола; Вн – венула; Па – прекапиллярная артериола; Пв – посткапиллярная венула; К – капилляр; Л – лимфомикроциркуляторное русло

стью: различные вещества переходят из просвета капилляров в ткани и обратно.

Из капилляров кровь поступает в выносящие сосуды ГМЦР — посткапиллярные венулы и венулы. Стенка посткапиллярных венул сходна по своему строению с капиллярной. Венулы имеют более широкие просветы, в их стенке могут появляться отдельные миоциты, а в просвете — отдельные клапаны.

В некоторых тканях встречаются артериоло-венулярные анастомозы (шунты), предназначенные для регуляции кровотока на уровне микроциркуляторного русла. По ним кровь из артериол, минуя капилляры, попадает в венулы. За счет артериоло-венулярных анастомозов регулируется кровенаполнение органов.

СОСУДЫ МАЛОГО КРУГА КРОВООБРАЩЕНИЯ

Из правого желудочка сердца начинается самый крупный сосуд малого круга кровообращения — *легочный ствол*. Под дугой аорты он разветвляется на правую и левую легочные артерии, которые входят в легкое. Капилляры ГМЦР легких оплетают альвеолы и принимают участие в формировании аэрогематического барьера. Здесь происходит насыщение гемоглобина кислородом, удаление углекислого газа — образуется артериальная кровь.

Объединяясь, капилляры легких переходят в посткапиллярные венулы и в венулы, которые собираются в интраорганные вены. Из ворот каждого легкого выходят по две легочные вены, которые впадают в левое предсердие и несут к левому предсердию артериальную кровь.

ПУЛЬС. ВНУТРИСОСУДИСТОЕ ДАВЛЕНИЕ

Движение крови по сосудам происходит непрерывно и имеет тесную связь с фазами работы сердца. В момент систолы желудочков кровь выбрасывается под большим давлением, что вызывает ритмичное смещение стенок артерий, называемое *пульсом*. По пульсу в известной мере можно судить о работе сердца, состоянии сердечно-сосудистой системы и всего организма в целом. Основное внимание при этом обращают на частоту пульса, его наполнение и ритмичность.

Частота пульса, как правило, равна числу сокращений сердца. У здорового человека в состоянии покоя она обычно составляет 60—80 уд/мин. При физической нагрузке, мышечной работе, длительной ходьбе, беге, а также при повышении внешней температуры

частота пульса увеличивается. Его учащение является одним из признаков лихорадочных заболеваний, при этом повышение температуры тела на 1 °С вызывает увеличение частоты пульса в среднем на 8—10 уд/мин.

Артериальное давление является одним из наиболее важных показателей работы сердечно-сосудистой системы. Различают систолическое и диастолическое артериальное давление. Систолическое давление зависит, в первую очередь, от работы сердца и сопротивления стенок артерий потоку крови. Оно определяется в момент систолы, когда очередная порция крови выталкивается сердцем в аорту и, далее, — в артерии. Диастолическое давление обусловлено сопротивлением артериол потоку крови. Его определяют в диастолу, когда из крупных артерий кровь распределяется в более мелкие сосуды. Систолическое давление больше диастолического. Разница между систолическим и диастолическим давлениями называется пульсовым давлением.

Для измерения артериального давления как правило, используют манжетный метод Короткова. Он был разработан сотрудником Военно-медицинской академии Н. С. Коротковым в 1905 г. Для его проведения на плечо накладывается манжета, а на область локтевого сгиба помещают фонендоскоп. Нагнетают воздух в манжету до 160—180 мм рт. ст. или выше (по мере необходимости), а затем медленно выпускают его. При появлении аускультативной картины пульса показания манометра соответствуют систолическому артериальному давлению. Показания манометра в момент исчезновения пульсации — уровень диастолического артериального давления. Рекомендуется повторить измерения 2—3 раза.

Нормальные значения систолического артериального давления на плечевой артерии составляют 120—130 мм рт. ст.; диастолического — 70—80 мм рт. ст.

ДВИЖЕНИЕ КРОВИ ПО СОСУДАМ

Основной движущей силой, обеспечивающей перемещение крови внутри сосудистого русла, является сердце. Оно работает как присасывающий (от вен) и нагнетательный (в артерии) насос. Уровень давления уменьшается по мере удаления сосуда от сердца. Максимальное давление наблюдается в аорте и магистральных артериях, в артериолах среднее давление составляет 40—60 мм рт. ст., в капиллярах — 15—20 мм рт. ст. Самые низкие цифры характерны для вен: от 10 до 1—3 (по мере приближения к сердцу). Таким образом, кровь движется по разности давлений: по направлению от бо-

лее высокого к более низкому. Минимальная скорость движения крови наблюдается в капиллярах. Это способствует обмену веществ между тканями и кровью. В венах скорость кровотока меньше, чем в артериях.

Регуляция кровотока по артериям осуществляется нервной системой и под воздействием ряда гуморальных факторов. Сосудодвигательный центр расположен в продолговатом мозге. В нем различают прессорный и депрессорный отделы. Активация прессорного отдела приводит к сужению мелких артерий, усилению работы сердца; его воздействие реализуется посредством симпатической нервной системы. Депрессорный отдел приводит к снижению работы сердца; его воздействие осуществляется через парасимпатический отдел вегетативной нервной системы. Парасимпатическая нервная система оказывает значительно меньшее влияние на просвет сосудов, чем симпатическая.

Вазопрессин, адреналин, норадреналин, серотонин, ангиотензин вызывают сужение сосудов. Эти же вещества увеличивают частоту сердечных сокращений. Простагландины, гистамин, брадикинин, ацетилхолин обладают противоположным эффектом.

КРОВОТЕЧЕНИЯ

Кровотечение — это истечение крови из сосудистого русла за пределы организма или в его полости. Кровотечения чаще возникают в результате механических воздействий, которые приводят к повреждению сосуда. Реже возможно нарушение целостности стенки сосуда опухолью, при туберкулезном или другом патологическом процессе. В некоторых случаях кровотечения возникают в результате увеличения проницаемости стенки сосуда или нарушении свертываемости крови. При кровопотере головной мозг и сердце перестают получать необходимое им количество крови, что может привести к гибели пострадавшего.

Кровотечения классифицируют на *наружные* и *внутренние*. Наружное кровотечение — истечение крови за пределы организма. Внутреннее кровотечение — кровотечение в полости организма (брюшную, грудную).

По виду поврежденного сосуда кровотечения подразделяют на: 1) артериальные; 2) венозные; 3) капиллярные; 4) смешанные.

Артериальное кровотечение характеризуется истечением алой крови пульсирующей струей под давлением. Кровотечение из крупных артерий может привести к быстрой гибели пострадавшего, поэтому его остановку необходимо производить в максимально короткие сроки.

При *венозных кровотечениях* темная кровь истекает непрерывной струей. Интенсивность кровотечения пропорциональна диаметру поврежденного сосуда. Для остановки венозного кровотечения необходимо выполнение тех же мероприятий, что и для остановки капиллярного. Давящая повязка в данном случае сдавливает просвет вен и помогает образованию кровяного сгустка. Также необходимо придать поврежденной конечности возвышенное положение.

Капиллярные кровотечения возникают при повреждении мелких кровеносных сосудов. Кровь при этих кровотечениях выделяется всей раневой поверхностью. Объем истекаемой крови, как правило, незначителен. Помощь при капиллярном кровотечении заключается в обработке *краев раны* спиртовым раствором йода, закрытии поврежденного участка стерильной марлевой салфеткой, наложении давящей повязки.

ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Составной частью сосудистой системы является лимфатическая система (рис. 75). Она представляет собой совокупность лимфатических сосудов и лимфатических узлов, по которым от тканей в венозное русло движется лимфа.

Лимфа — это прозрачная или мутно-белая жидкость, близкая по химическому составу к плазме крови. В ее состав входят пропотевшая в лимфатические капилляры тканевая жидкость и лимфоциты. Значительная часть жира из кишечника всасывается непосредственно в лимфатическое русло. По лимфатическим сосудам могут переноситься также

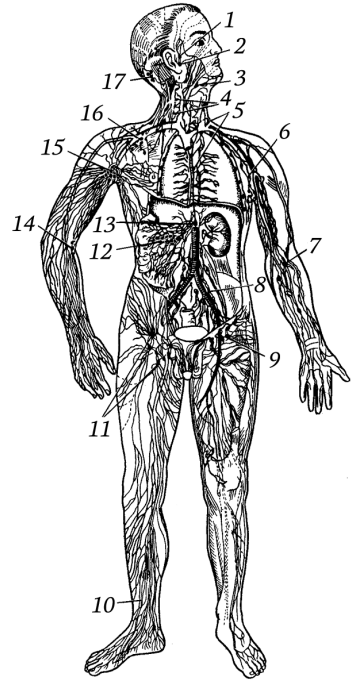


Рис. 75. Лимфатическая система (схема):
1 — ушные лимфатические узлы; *2* — околоушные лимфатические узлы; *3* — поднижнечелюстные лимфатические узлы; *4* — шейные лимфатические узлы; *5* — грудной проток; *6* — латеральные подмышечные узлы; *7* — глубокие локтевые лимфатические узлы; *8* — подвздошные лимфатические узлы; *9* — глубокие паховые лимфатические узлы; *10* — лимфатические сосуды голени; *11* — поверхностные паховые лимфатические узлы; *12* — брыжеечные лимфатические узлы; *13* — млечная цистерна; *14* — поверхностные локтевые лимфатические узлы; *15* — центральные подмышечные лимфатические узлы; *16* — подключичные лимфатические узлы; *17* — затылочные лимфатические узлы

токсины, микробы и клетки злокачественных опухолей (метастазирование происходит по путям оттока лимфы). Продвижению лимфы способствуют: сокращение мышц, пульсация артерий, внешнее давление, в частности, массаж, и пр.

Лимфа движется гораздо медленнее, чем кровь. Ее продвижению способствуют особенности строения путей оттока лимфы: капилляров, посткапилляров, лимфатических сосудов, стволов и протоков. Лимфатические пути начинаются в виде слепых, т. е. не имеющих начальных отверстий, *лимфатических капилляров*. Диаметр лимфатических капилляров превышает диаметр кровеносных капилляров, а в стенке, между эндотелиоцитами имеются просветы, которые обеспечивают пропотевание тканевой жидкости в просвет лимфатических капилляров. Следующее звено лимфатической системы — *лимфатические посткапилляры*. В их стенках появляются клапаны, которые образованы внутренней оболочкой сосудов. Они препятствуют обратному току лимфы. Лимфатические капилляры и посткапилляры составляют *лимфомикроциркуляторное русло*. Далее лимфа поступает в лимфатические сосуды, по ходу которых располагаются лимфатические узлы.

Лимфатические узлы представляют собой скопления лимфоидной ткани, размером от горошины до фасоли. Они покрыты соединительнотканной капсулой, от которой внутрь отходят перекладины — трабекулы. На разрезе в лимфатическом узле различают более темное *корковое вещество*, которое расположено по периферии и более светлое — *мозговое вещество*, лежащее в центре. Лимфа протекает через лимфатические узлы, обогащается лимфоцитами и антителами. Также в лимфоузлах происходит фагоцитоз бактерий и инородных частиц, а также специфическая дифференцировка Т- и В-лимфоцитов. В связи с этим лимфа, оттекающая от лимфатического узла, имеет большее количество белых кровяных телец, чем лимфа, притекающая к нему.

Лимфатические узлы располагаются, в основном, группами. Различают поверхностные и глубокие лимфатические узлы. Узлы, собирающие лимфу от определенных участков тела, носят название областных, или регионарных. Есть скопления лимфатических узлов в области бронхов, ворот легких, в брюшной полости. Большие группы узлов находятся в подмышечной области, в области локтевого сгиба, в подколенной ямке, в паховой области, на шее, под нижней челюстью и т. д. В этих местах они лежат поверхностно, непосредственно под кожей, поэтому легко прощупываются. Пропальпировать можно следующие группы лимфоузлов: затылочные, околоушные, поднижнечелюстные, подбородочные, шейные, подмышечные, локтевые, паховые, подколенные.

Лимфатические узлы служат своеобразными барьерами, задерживающими содержащиеся в лимфе чужеродные клетки (клетки опухоли, микроорганизмы и др.). Таким образом, лимфатическая система обладает барьерной функцией — способностью обезвреживать попадающие в организм инородные частицы, микроорганизмы и т. д. Кроме того, она облегчает работу венозной системы, удаляя из тканей в сосудистое русло избыток жидкости. При попадании в организм инфекции лимфатические узлы становятся болезненными и увеличенными.

Наиболее крупным лимфатическим сосудом является **грудной проток.** Он берет свое начало на уровне первого поясничного позвонка. Он проходит через грудную полость позади аорты, поднимается справа от позвоночного столба в область шеи и впадает в левый венозный угол (рис. 76). Начальный участок грудного протока расширен и носит название млечной цистерны. В нее впадают *правый и левый поясничные стволы*, по которым течет лимфа от нижних конечностей, таза и стенок брюшной полости. В 40 % случаев в млечную цистерну открывается непарный *кишечный проток*, собирающий лимфу от кишечника. Лимфатические сосуды, проходящие в брыжейке кишок, носят название млечных сосудов. Они отличаются молочно-белым цветом, возникающим оттого, что в них попадает жир, всосавшийся в пищеварительном тракте. Непосредственно перед впадением в левый венозный угол, в грудной лимфатический проток открываются *левый яремный ствол* (собирает лимфу от левой половины головы и шеи), *левый подключичный ствол* (от левой верхней конечно-

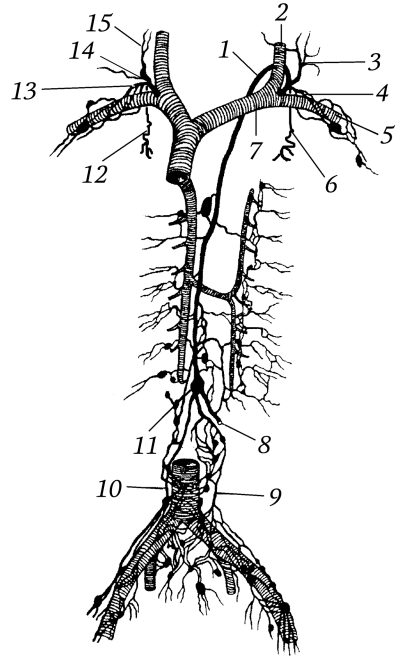


Рис. 76. Лимфатические стволы и протоки (схема):

1 — грудной проток; *2* — внутренняя яремная вена; *3* — левый яремный ствол; *4* — левый подключичный ствол; *5* — подключичная вена; *6* — левый бронхо-средостенный ствол; *7* — левая плечеголовная вена; 8 — кишечный ствол; *9* — левый поясничный ствол; *10* — правый поясничный ствол; *11* — млечная цистерна; *12* — правый бронхо-средостенный ствол; *13* — правый подключичный ствол; *14* — правый лимфатический проток; *15* — правый яремный ствол

сти), и *левый бронхо-средостенный ствол* (от левого легкого и левой половины грудной клетки).

Таким образом, грудной проток собирает лимфу от трех четвертей тела: от нижних конечностей и брюшной полости, от левой половины головы, левой половины шеи, левой верхней конечности и левой половины грудной клетки и левого легкого.

Второй крупный лимфатический сосуд носит название **правого лимфатического протока.** Он собирает лимфу от правой верхней конечности, правых половин головы, шеи и грудной клетки. Формируется правый лимфатический проток при слиянии *правых яремного, подключичного и бронхо-средостенного стволов*. Он впадает в правый венозный угол.

Центральная нервная система (головной и спинной мозг) не имеет лимфатических сосудов и лимфатических узлов. Лимфатические сосуды отсутствуют также в эпителии кожи и слизистых оболочек, в хрящах, хрусталике глаза, его белочной оболочке и ряде других структур.

Лимфатические узлы служат своеобразными барьерами, задерживающими содержащиеся в лимфе чужеродные клетки (клетки опухоли, микроорганизмы и др.). Лимфатические узлы становятся болезненными и увеличенными при попадании в организм инфекции. В связи с этим при подозрении на инфекционное заболевание, прежде всего, необходимо прощупать местные поверхностные лимфатические узлы. Например, при заболеваниях зубов — поднижнечелюстные; при болях в горле — шейные; при травмах и инфицированных ранах нижних конечностей — паховые узлы.

Глава 9

ВНУТРЕННИЕ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА. КРОВЬ

Организм человека примерно на две трети состоит из воды. Она является основным компонентом практически всех тканей, находится как внутри, так и вне клеток. Больше всего воды содержат жидкие ткани — кровь и лимфа. Помимо воды в состав тканевой жидкости входят различные органические вещества, синтезируемые клетками.

Кровь, лимфа и тканевая жидкость составляют внутреннюю среду организма.

Кровь — жидкая ткань, количество которой у взрослого человека составляет 5—6 л (7—8 % от массы тела). Относительная плотность ее равна 1,052—1,064. Кровь циркулирует по кровеносным сосудам. В сети капилляров она обменивается веществами с межклеточной жидкостью. Через стенку капилляров питательные вещества и кислород переходят к клеткам, а продукты обмена поступают обратно в кровь.

Лимфа — жидкая ткань, образующаяся из тканевой жидкости в слепо начинающихся лимфатических капиллярах: избыток межклеточной жидкости поступает в них через крупные поры между эндотелиоцитами. Благодаря этому в просвет микрососудов могут проникать белковые и жировые молекулы.

За сутки в организме образуется 2—4 л лимфы. При этом одновременно в лимфатических сосудах ее количество составляет около 0,5—1 л. Лимфа содержит клеточные элементы. В основном это клетки иммунной системы — лимфоциты, которые играют важную роль и в защите организма от инфекционных заболеваний.

Гомеостаз. Внутренняя среда организма отличается своим постоянством. В организме поддерживаются на определенном уровне температура, pH крови и лимфы, химический состав жидких сред.

Несмотря на изменяющиеся внешние условия, основные биохимические показатели внутренней среды остаются практически одними и теми же. При изменении какого-либо фактора внутренней среды в организме включаются мощные системы саморегуляции. Они обеспечивают работу органов и систем, направленную на восстановление постоянных для индивида физиологических и биохимических показателей. Такая совокупность механизмов, обеспечиваю-

щих поддержание постоянства внутренних сред организма, называют *гомеостазом.*

Так, при выполнении тяжелой физической работы, ткани активно потребляют кислород. Его количество в крови, межклеточной жидкости уменьшается, а концентрация углекислого газа, наоборот, — увеличивается. Возрастание концентрации CO_2 улавливается специальными рецепторами, которые передают эту информацию в дыхательный центр. В ответ увеличивается частота дыхания и в единицу времени значительно большее количество кислорода растворяется в крови. Более активно из организма выводится углекислый газ. Одновременно усиливается кровоток в тканях. При этом ускоряется отток крови с растворенным в ней углекислым газом к легким и приток крови с высоким содержанием кислорода от легких к тканям, что обеспечивает поддержание газового гомеостаза.

ФУНКЦИИ И СОСТАВ КРОВИ

Кровь, как внутренняя среда организма, выполняет ряд важных функций. Основными из них являются:

1) дыхательная: перенос кислорода от легких к тканям и углекислого газа в обратном направлении;

2) питательная: транспорт питательных веществ к клеткам организма;

3) выделительная: участие в выведении продуктов жизнедеятельности клеток (мочевины, мочевой и молочной кислот) из организма;

4) терморегуляционная функция осуществляется благодаря большой теплоемкости крови; ее перераспределение по организму способствует сохранению тепла во внутренних органах;

5) регуляторная: перенос гормонов от эндокринных желез к клеткам организма;

6) защитная: обеспечение иммунных реакций против инфекционных агентов и токсинов;

7) гомеостатическая: поддержание постоянства внутренней среды организма.

Кровь состоит из *плазмы крови* и *форменных элементов*. Плазма — жидкая часть крови. Она составляет примерно 55 % всего ее объема. Главным компонентом плазмы является вода (около 90 %). Сухой остаток составляют органические и неорганические вещества.

Основными органическими веществами плазмы крови являются белки. В первую очередь, это альбумины, глобулины и липопротеиды. Всего в 1 л крови содержится 65—85 г белка. Практически все белки крови синтезируются в печени, поэтому тяжелые заболевания

печени, как правило, сопровождаются нарушением целого ряда функций крови. Плазма крови, лишенная фибриногена, называется *сывороткой* крови. Сыворотки широко используются в медицине с диагностическими и лечебными целями.

Помимо белков в крови содержатся глюкоза (4,2—6,4 ммоль/л) и липиды, которые большей частью транзитом доставляются до органов и тканей, нуждающихся в этих питательных веществах.

Неорганические вещества плазмы крови представлены, в основном, ионами натрия и хлора. Помимо них в плазме содержатся ионы калия, кальция, HCO_3^- и др. При увеличении концентрации солей по градиенту давления происходит отток воды из клеток крови в плазму, а при уменьшении, наоборот, ток воды идет из плазмы в клетки. Также строго постоянным является и уровень кислотности плазмы. В норме pH крови составляет 7,4 0,04. Отклонения от этого значения вызывают тяжелые системные нарушения в жизнедеятельности организма. Закисление внутренней среды организма называется ацидозом, а ощелачивание — алкалозом.

Форменными элементами крови являются: эритроциты, лейкоциты и тромбоциты (рис. 77). На их долю приходится около 45 % всего объема этой ткани. Процесс образования клеток крови называется гемопоэзом. Все форменные элементы образуются в красном костном мозге. У эмбриона в кроветворении участвует также печень.

Определение количества форменных элементов проводят с помощью микроскопа по специальной методике. Сейчас для подсчета

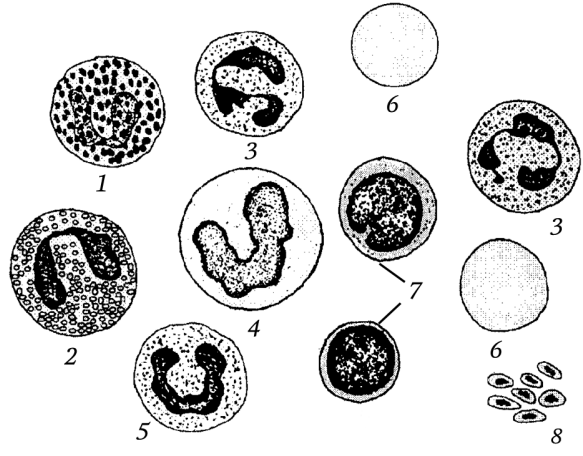


Рис. 77. Форменные элементы крови:

1 — базофил; *2* — эозинофил; *3* — сегментоядерный нейтрофил; *4* — моноцит; *5* — палочкоядерный нейтрофил; *6* — эритроцит; *7* — лимфоцит; *8* — тромбоциты

форменных элементов также применяют современные счетчики и анализаторы клеток.

Отношение объема, приходящегося на форменные элементы, к общему объему крови носит название *гематокрит*. Этот показатель выражается в процентах и составляет в норме 40—45 %.

Эритроциты

Эритроциты, или красные кровяные клетки, составляют самую значительную часть форменных элементов. Их количество в норме в 1 литре крови составляет $4—4{,}5 \times 10^{12}$ (4—4,5 млн в 1 мм^3).

Основной функцией эритроцитов является перенос кислорода от легких к тканям и углекислого газа от тканей к легким. Для выполнения этой функции они имеют специфическое строение и состав. 95 % их массы занимает железосодержащий белок — гемоглобин. Одна молекула гемоглобина способна переносить четыре молекулы кислорода. Именно он и придает крови характерный красный цвет. Молекула гемоглобина состоит из железосодержащей части — гема, и белковой части — глобина.

Эритроциты имеют форму двояковогнутого диска, способного к деформации. Благодаря этому свойству они, имея размер 7—8 мкм, способны проникать в кровеносные капилляры диаметром менее 6 мкм. Эритроциты не имеют ядра, что позволяет содержать большее количество гемоглобина для выполнения функции переноса газов. На поверхности красных кровяных клеток имеются специальные белки-маркеры, которые являются антигенами групп крови.

Продолжительность жизни эритроцитов достигает 120 дней. По истечению этого срока они попадают в селезенку, где и разрушаются. Поэтому селезенку образно называют «кладбищем эритроцитов».

В случае недостаточного количества эритроцитов из красного костного мозга в кровь в большом количестве поступают еще не созревшие предшественники эритроцитов — *ретикулоциты*. Эти клетки содержат гемоглобин в меньшем количестве, чем зрелые формы. В течение короткого времени они окончательно созревают, превращаясь в эритроциты.

Анемия

Анемия (малокровие) — недостаточное для поддержания нормальной жизнедеятельности организма содержание эритроцитов или гемоглобина в них. Различают следующие типы анемий: геморрагическую, дефицитную (железодефицитную, витаминодефицитную), гемолитическую и апластическую.

При массивной кровопотере, когда организм не способен в короткие сроки воспроизвести то количество эритроцитов, которое было потеряно через рану, развивается геморрагическая анемия.

При разрушении (гемолизе) эритроцитов развивается гемолитическая анемия. При этом гемоглобин выходит из этих клеток. Незащищенный мембраной эритроцита он не способен выполнять функцию транспорта кислорода и подвергается разрушению в соответствующих органах. Такое состояние наблюдается, например, при малярии, под действием определенных химических веществ, ядов, при резус-конфликте, несоблюдении правил переливания крови.

При недостаточном поступлении в организм железа развивается железодефицитная анемия. Возможно возникновение малокровия вследствие недостаточного поступления в организм некоторых витаминов (B_{12}).

Кроме того, анемия может развиваться из-за уменьшения выработки форменных элементов крови в красном костном мозге — апластическая анемия. Такое состояние возникает при лейкозах, лучевой болезни.

Анемии сопровождаются различными изменениями в анализах крови: гематокрит, количество эритроцитов, ретикулоцитов, гемоглобина. Данные этих показателей помогают правильно и точно поставить диагноз больному.

Лейкоциты

Лейкоциты, или белые кровяные клетки, отвечают в организме за иммунитет. Их общее количество в 1 литре в норме составляет $4-9 \times 10^9$. Они крупнее эритроцитов и имеют ядро. Лейкоциты могут изменять свою форму, многие из них способны переходить из просвета кровеносных сосудов в ткани. Они подразделяются на *зернистые* (гранулоциты) и *незернистые* (агранулоциты). К гранулоцитам относят: *нейтрофилы* (нейтрофильные лейкоциты), *эозинофилы* (эозинофильные лейкоциты), *базофилы* (базофильные лейкоциты). Все они характеризуются наличием зернистости в цитоплазме. В зернах содержатся ферменты, которые способны уничтожать чужеродные агенты и различные биологически активные вещества: гистамин, гепарин и др. К незернистым лейкоцитам относятся *моноциты* и *лимфоциты*.

Нейтрофилы выполняют функцию фагоцитоза микроорганизмов и инородных веществ за счет специальных ферментов, которые разрушают оболочку микроорганизмов. Нейтрофилы составляют 55—70 % всех лейкоцитов. Большую часть их общего количества составляют зрелые формы, имеющие сегментированное ядро (сег-

ментоядерные). Примерно 1—5 % лейкоцитов составляют молодые формы, называемые палочкоядерными нейтрофилами.

Базофилы (до 1 % всех лейкоцитов) принимают участие в развитии аллергических реакций, обеспечивают миграцию других лейкоцитов в ткани. Эти функции они обеспечивают за счет наличия в их гранулах биологически активных веществ, в первую очередь, гепарина и гистамина, которые освобождаются по мере необходимости.

Эозинофилы (2—5 %) ограничивают выраженность аллергических реакций. Их действие противоположно функциям базофилов: они фагоцитируют биологически активные вещества и аллергены.

Моноциты — самые крупные из лейкоцитов. Моноциты фагоцитируют не только чужеродные агенты, но и собственные клетки организма в случае их повреждения и гибели. Их называют макрофагами. Количество моноцитов — 6—8 % от всех лейкоцитов.

Лимфоциты помимо крови содержатся также и в лимфе. Они подразделяются на Т- и В-лимфоциты. Общее их количество составляет 25—30 % всех лейкоцитов. Эти клетки имеют крупное ядро и окружающий его узкий ободок цитоплазмы.

Лимфоциты образуются в красном костном мозге. В дальнейшем они с током крови и лимфы разносятся в центральные органы иммунной системы: тимус и аналог сумки Фабрициуса (греч. *bursa* — сумка) В этих органах происходит их превращение, соответственно, в Т- и В-лимфоциты. Из тимуса и аналога сумки Фабрициуса лимфоциты попадают в периферические органы иммунной системы: лимфатические узлы, селезенку, лимфоидные образования желудочно-кишечного тракта. Здесь они непосредственно контактируют с микроорганизмами и происходит их специализация — они приобретают способность распознавать и уничтожать определенные виды микроорганизмов. Тем самым формируется специфический иммунный ответ.

При попадании в организм чужеродных агентов, В-лимфоциты под действием некоторых классов Т-лимфоцитов превращаются в плазматические клетки. Последние вырабатывают особые белки — *антитела* (иммуноглобулины). Иммуноглобулины способны присоединяться к проникшим микроорганизмам, делая их менее устойчивыми к клеткам-фагоцитам.

Процентное содержание различных типов лейкоцитов от их общего числа называется лейкоцитарной формулой (табл. 4). Увеличение содержания лейкоцитов называется лейкоцитозом; снижение количества лейкоцитов — лейкопенией. Последнее развивается вследствие воздействия на человека ионизирующего излучения, различных химических веществ, при некоторых вирусных и бактериальных инфекциях, поражении костного мозга.

Таблица 4

Лейкоцитарная формула крови взрослого человека

Общее количество лейкоцитов	Типы лейкоцитов и их количество, %					
	Нейтрофилы		Эозинофилы	Базофилы	Моноциты	Лимфоциты
	Палочкоядерные	Сегментоядерные				
$4-9 \times 10^9$	2–5	55–65	2–5	До 1	6–8	25–30

Тромбоциты. Свертывающая и противосвертывающая системы крови

Как известно, при нарушении целостности какой-либо ткани организма, из раны определенное время истекает кровь. Вскоре на поверхности раны образуется тромб, предотвращающий дальнейшее кровотечение. Сущностью процесса свертывания крови является образование из определенных элементов крови сгустка плотной консистенции. Этот кровяной сгусток называется тромбом.

В свертывании крови большое значение играют тромбоциты, или кровяные пластинки. Их количество в 1 литре крови составляет $180-360 \times 10^9$. Тромбоциты, по сути своей, не являются полноценными клетками. Они образуются в красном костном мозге в результате отщепления фрагментов цитоплазмы от гигантской клетки — мегакариоцита. Ядра они не содержат, имеют размеры 2–5 мкм. Продолжительность жизни кровяных пластинок 5–8 дней.

При повреждении сосуда тромбоциты фиксируются на поврежденной поверхности. Они склеиваются между собой и формируют так называемый *тромбоцитарный* тромб. Кроме того, в плазме крови постоянно содержатся 13 факторов свертывания. Основными из них являются ионы кальция, протромбин, фибриноген, тромбопластин. Процесс окончательного образования тромба представляет собой цепь реакций с участием всех факторов свертывания. Сущностью его является превращение растворимого белка фибриногена в нерастворимый фибрин. Этот процесс осуществляется под действием фермента тромбина. Последний образуется из протромбина под влиянием ряда факторов свертывания, в том числе ионов кальция (рис. 78). Фибрин оседает в виде сети нитей, между которыми находятся застрявшие в них клетки крови. В результате этих процессов образуется прочный фибриновый тромб.

Некоторые люди страдают тяжелым наследственным заболеванием — гемофилией. Из-за генетических аномалий у них не синте-

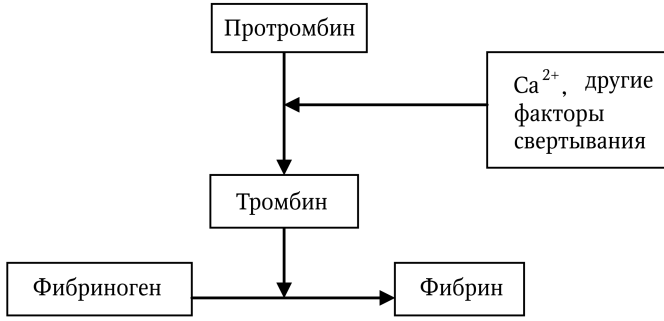


Рис. 78. Образование фибринового тромба

зируются в достаточном количестве VIII (антигемофильный глобулин А) и IX (антигемофильный глобулин В) факторы свертывания крови. При этом даже при небольших повреждениях возникают обильные, трудно поддающиеся остановке кровотечения.

Помимо свертывающей системы в организме существует также противосвертывающая система. Без нее вся кровь в считанные минуты свернулась бы прямо в сосудистом русле. Веществом, препятствующим образованию тромба (антикоагулянтом), является гепарин. Он способен нейтрализовать тромбин и в результате этого фибриноген не превращается в фибрин. Образовавшийся тромб может быть разрушен ферментом фибринолизином (плазмином). Он способен растворять фибрин.

В организме существует постоянный баланс между свертывающей и противосвертывающей системами. При его нарушении могут возникать тяжелые заболевания, сопровождающиеся либо массивными кровотечениями, либо образованием внутрисосудистых тромбов.

ГРУППЫ КРОВИ

Еще в древние времена было замечено, что большая потеря крови при ранении ведет к быстрой гибели раненого. Однако практически все первые попытки перелить кровь от здорового человека больному были обречены на неудачу. Только в начале двадцатого века после открытия австрийским ученым Карлом Ландштейнером групп крови, стало возможным переливание этой жидкой ткани.

Было установлено, что эритроциты имеют на поверхности своей мембраны особые белки — *агглютиногены*. Эти белки выполняют роль специфических маркеров — *антигенов*. В сыворотке крови человека постоянно циркулируют специальные антитела — *агглютинины*.

В настоящий момент существуют две основные системы принадлежности групп крови: система АВ0 и резус-фактор. Группа крови в течение жизни не изменяется.

Система АВ0. На эритроцитах находятся две разновидности белка-агглютиногена. Один из них обозначается как А, другой — В. При этом в сыворотке находятся агглютинины либо (альфа), либо (бета). У одного человека агглютиногены и агглютинины не могут быть соименными. При попадании с чужой кровью эритроцитов, чьи белки-маркеры совпадают по названию с антителами (А — ; В —) происходит агглютинация — склеивание и разрушение эритроцитов. Из разрушенных эритроцитов в плазму выходит гемоглобин. Этот процесс называется *гемолизом*. Поэтому большинство первых попыток переливания крови до открытия Ландштейнера были неудачными, поскольку реакция агглютинации эволюционно сложилась как защитная, направленная на сохранение индивидуальности антигенного состава организма.

По системе АВ0 выделяют четыре группы крови. У лиц с первой группой крови — 0 (I) на мембранах эритроцитов нет ни А, ни В агглютиногенов, в плазме их крови находятся агглютинины и .

Вторая группа крови характеризуется наличием на эритроцитах агглютиногена А, при этом в сыворотке циркулируют -агглютинины. Обозначение этой группы крови — А (II). У людей с В (III) группой крови на эритроцитах находятся В-агглютиногены; в сыворотке — α-агглютинины. Люди с четвертой группой крови АВ (IV) на поверхности эритроцитов имеют и А-, и В-агглютиногены, в их сыворотке отсутствуют агглютинины (табл. 5).

Таблица 5

Группы крови по системе АВ0

Группа крови	Агглютиногены (на поверхности эритроцитов)	Агглютинины (в сыворотке крови)
0 (I)	—	и
А (II)	А	
В (III)	В	
АВ (IV)	А и В	—

Установлено, что людей с первой группой крови — 34 %, вторая группа крови встречается у 38 %; третья группа — у 20 %, четвертая встречается гораздо реже — у 8 %.

Резус-фактор является еще одним белком-маркером. У 85 % людей он присутствует на поверхности эритроцитов, поэтому их кровь является резус-положительной (Rh^+). У остальных людей нет резус-фактора, следовательно, их кровь резус-отрицательная (Rh^-).

У резус-отрицательных людей в обычных условиях антитела к данному белку-маркеру не вырабатываются. Они появляются только при попадании в их организм эритроцитов, имеющих на своей поверхности резус-фактор. Следует отметить, что выработка антирезус-антител происходит довольно медленно. Поэтому наибольшую опасность представляет повторный контакт с резус-положительной кровью. Все это сопровождается возникновением агглютинации, как и при переливании крови, несовместимой по системе АВ0. Такая возможность существует в следующих случаях:

1) повторное переливание резус-положительной крови резус-отрицательному реципиенту;

2) формирование резус-конфликта возможно при беременности резус-отрицательной женщины резус-положительным плодом (наследование этого фактора от отца); при этом первая беременность может протекать нормально, однако внутриутробное развитие второго ребенка приводит к осложнениям, так как в организме матери образуются антирезус-антитела против эритроцитов плода — эти антитела попадают в его организм и происходит гемолиз, который может привести к гибели ребенка или развитию внутриутробной патологии (гемолитическая болезнь новорожденного).

В настоящее время при ранней диагностике данного состояния проводится ряд мероприятий, позволяющих исключить гемолиз и формирование каких-либо отклонений в развитии плода.

ПЕРЕЛИВАНИЕ КРОВИ. ДОНОРСТВО

Переливание крови называется гемотрансфузией. Человек, который отдает свою кровь для переливания, называется *донором*; тот, кто ее получает — *реципиентом*. В настоящий момент доноров обязательно обследуют на носительство ВИЧ, гепатит и ряд других заболеваний.

Реципиенту в настоящее время можно переливать только одногруппную кровь как по системе АВ0, так и по резус-фактору. В экстренных ситуациях (военные конфликты, стихийные бедствия) возможно переливание разногруппной крови от одного человека к другому по *правилу «разведения»*: агглютинины донора в расчет не принимаются. Агглютинины донора, как правило, не влияют на эритроциты реципиента. Связано это с тем, что они растворяются в сыворотке реципиента и их концентрация в крови оказывается недостаточной для агглютинации большого количества эритроцитов.

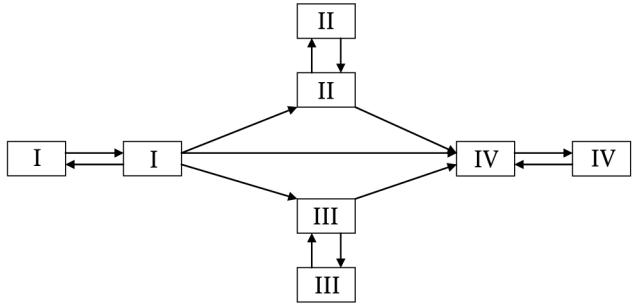


Рис. 79. Схема возможного переливания крови по правилу «разведения»

Исходя из правила разведения (рис. 79), становится понятным, что универсальным донором является человек с первой группой крови, а универсальным реципиентом — с четвертой.

Забор крови, ее хранение осуществляются в отделениях, станциях и центрах переливания крови. Сама же процедура гемотрансфузии требует к себе весьма пристального отношения со стороны медицинского персонала. Совместимость крови донора и реципиента неоднократно проверяется. Непосредственно переливание крови проводится под постоянным контролем врача. Ошибки в определении групп крови, при ее хранении, неправильном переливании могут привести к тяжелым осложнениям и даже гибели пациента.

ИММУНИТЕТ

Иммунитет — совокупность защитных свойств организма, направленных на сохранение своей биологической целостности и индивидуальности.

Человек постоянно контактирует с миллионами микроорганизмов, вирусов, многие из которых при проникновении во внутреннюю среду способны вызывать инфекционные заболевания. Известно, что одно клеточное деление из миллиона происходит с образованием дефекта в геноме клетки. Если такая клетка сможет делиться дальше, то возникает риск возникновения опухоли. В организме постоянно погибают клетки, выработавшие свой ресурс. Они должны удаляться, чтобы дать возможность для развития новых клеток. Таким образом, иммунитет направлен на защиту от внешней инфекции (бактерий, вирусов, простейших), от измененных и погибших клеток.

Иммунная система объединяет органы и ткани, в которых образуются или функционируют клетки, участвующие в осуществлении

иммунитета. Органы иммунной системы подразделяются на *центральные* и *периферические*. К центральным относят: красный костный мозг, тимус (вилочковую железу) и аналог сумки Фабрициуса. Периферические органы иммунной системы: селезенка, миндалины, лимфатические узлы, лимфоидные образования стенки кишечника.

Красный костный мозг является основным кроветворным органом у человека. Он располагается в губчатом веществе костей и состоит из миелоидной ткани, в которой из стволовой кроветворной клетки образуются все виды форменных элементов (эритроциты, лейкоциты и тромбоциты). Из указанных форменных элементов иммунную функцию выполняют только лейкоциты. При этом моноциты и гранулоциты после созревания направляются в кровь, лимфоциты далее дифференцируются в тимусе и аналоге сумки Фабрициуса.

Тимус (вилочковая железа) — небольшой орган, располагающийся за грудиной. В его корковом веществе лимфоциты проходят первичную дифференцировку и становятся Т-лимфоцитами. В дальнейшем они направляются в периферические органы иммунной системы, где происходит их дальнейшая специализация.

Клетки мозгового вещества синтезируют гормон тимозин, регулирующий процесс дифференцировки Т-лимфоцитов.

Расположение аналога сумки Фабрициуса в организме человека точно не установлено. Считается, что функцию этого органа выполняет лимфоидная ткань аппендикса. Основной функцией этого органа является первичная дифференцировка лимфоцитов в В-лимфоциты. После созревания они могут превращаться в плазматические клетки, вырабатывающие антитела.

Селезенка представляет собой паренхиматозный орган, располагающийся в левом подреберье. У селезенки выделяют *диафрагмальную* и *висцеральную* (прилежит к внутренним органам) поверхности. Последняя контактирует с желудком, ободочной кишкой, левой почкой. Снаружи селезенка покрыта брюшиной. Под ней располагается соединительнотканная капсула, от которой вглубь органа отходят перегородки — трабекулы. Ткань селезенки состоит из *красной* и *белой пульпы*. Белая пульпа представляет собой шаровидные скопления лимфоидной ткани, где проходят окончательную дифференцировку Т- и В-лимфоциты. Красная пульпа располагается по периферии от этих скоплений. Она выполняет следующие функции: уничтожение старых эритроцитов; захват железа, выделившегося после их разрушения; депонирование крови.

Лимфатические узлы, лимфоидные образования ЖКТ, миндалины подробно описаны в соответствующих разделах. Здесь следует лишь отметить, что они являются основным плацдармом

для функционирования лимфоцитов. В этих органах лимфоциты контактируют с микроорганизмами, вирусами, уничтожают их и приобретают способность распознавать и запоминать их антигены, т. е. проходят окончательную антигензависимую дифференцировку.

Клеточный и гуморальный иммунитет. Большой вклад в понимание механизма иммунитета внес русский ученый Илья Ильич Мечников. В 1863 г. он предложил теорию клеточного иммунитета и фагоцитоза. Он обнаружил способность лейкоцитов проникать через стенку сосудов в ткани и мигрировать к скоплениям микроорганизмов. Приблизившись к бактериальной клетке, лейкоцит обволакивает ее и поглощает. Вокруг микробной клетки формируется окруженная мембраной вакуоль, куда лизосомы изливают свое содержимое, обеспечивающее разрушение стенки и всех структур бактериальной клетки. Процесс захвата и переваривания инородных агентов называется *фагоцитозом*, а клетки, которые могут осуществлять этот процесс — *фагоцитами*.

В уничтожении проникших микроорганизмов принимают активное участие и лимфоциты. В-лимфоциты после превращения в плазматические клетки вырабатывают антитела (иммуноглобулины). Выделяют несколько классов иммуноглобулинов: A, D, E, G и M. Каждый из них отвечает за выполнение определенных функций, для них существует своя локализация в организме. Антитела, соединяясь с бактерией, делают клетку микроорганизма более уязвимой для макрофага.

Т-лимфоциты подразделяются на несколько классов: Т-киллеры («убийцы») уничтожают чужеродные агенты; Т-хелперы («помощники») активируют В-лимфоциты, стимулируя их превращение в плазматические клетки; Т-супрессоры («угнетатели») снижают иммунный ответ организма на антигенное воздействие; Т-меммори («клетки памяти») сохраняют информацию об инородных агентах, которые когда-либо проникали во внутреннюю среду организма (при повторном их проникновении ответная реакция организма развивается быстрее и интенсивнее).

Специфический и неспецифический иммунитет. Защитные факторы организма подразделяются на специфические и неспецифические. Неспецифическая защита препятствует попаданию в организм всех патогенных бактерий и вирусов. Патогенный микроорганизм должен преодолеть барьер из нормальной микрофлоры человека (на коже и слизистых оболочках). Являясь безвредной для макроорганизма, микрофлора выступает в роли антагонистов для патогенных бактерий и вирусов. Следующим барьером являются кожа и слизистые оболочки. Они, как правило, трудно проницаемы

для большинства болезнетворных микроорганизмов. Вырабатываемые ими секреты, лизоцим, значительная толщина эпителия зачастую являются непреодолимым препятствием.

Комплемент представляет собой сложную белковую структуру, способную разрушать и уничтожать клетки микроорганизмов. Следует отметить, что в организме вырабатывается еще и особое вещество (интерферон), способное блокировать развитие вирусов.

В случае прохождения этих барьеров, в уничтожение патогенных микроорганизмов включаются фагоциты и гуморальные факторы иммунитета. Специфические защитные факторы направлены на уничтожение конкретного вида возбудителя. Как правило, специфическая защита возникает после контакта (заболевание, вакцинация) с микроорганизмом. Против антигенов данного вида бактерий (вирусов) синтезируются специфические антитела. Они и запускают дальнейший процесс уничтожения проникших возбудителей.

Формирование иммунитета. Организм человека генетически запрограммирован на защиту от некоторых заболеваний, на уничтожение измененных и отживших клеток. В то же время иммунная система постоянно совершенствуется: приобретает способность к распознаванию и уничтожению новых инфекционных агентов, с которыми человек ранее не сталкивался.

Различные классы Т-лимфоцитов способны сами уничтожать бактериальные клетки, сохранять информацию о когда-либо проникавших в организм бактериях или вирусах. При повторном проникновении в организм этого же агента иммунная система мгновенно отвечает его уничтожением. В результате заболевание не возникает.

Некоторые болезнетворные вирусы и бактерии имеют родственные виды, которые по антигенному составу схожи с ними, однако заболеваний они вызывать не могут. При введении их в организм возникает иммунный ответ, завершающийся сохранением информации об антигенах проникших агентов. Если после этого в организм попадают болезнетворные микроорганизмы, имеющие те же антигены, то заболевание не возникает. Связано это с тем, что иммунная система уже готова к вторжению бактерий или вирусов, имеющих соответствующие антигены, и происходит их быстрый фагоцитоз. Так в 1776 г. Эдуард Дженнер обнаружил, что люди, работающие с животными, никогда не заболевали натуральной оспой, которая уносила жизнь каждого десятого заболевшего. Дженнер заражал людей коровьей оспой, которую они переносили практически бессимптомно, но в результате никогда не заболевали натуральной.

Вакцины — это профилактические препараты, которые содержат антигены бактерий или вирусов, активирующих иммунную систему

для защиты от болезнетворных микроорганизмов. Вакцины могут состоять из живых неболезнетворных микроорганизмов; из убитых и ослабленных болезнетворных микробов или их частей, содержащих необходимые антигены. Благодаря вакцинации от неизлечимых болезней были спасены миллионы людей, резко снизилась заболеваемость полиомиелитом, корью, коклюшем, дифтерией, сибирской язвой, чумой; полностью ликвидирована натуральная оспа.

Сыворотки — лекарственные вещества, содержащие антитела против вызывающих заболевание антигенов. Их готовят из крови животных или человека, переболевших каким-либо инфекционным заболеванием или привитых вакцинами. При введении в организм сыворотки — готовых антител, они связываются с проникшими антигенами и активируют иммунный ответ. Сыворотки используют для экстренной профилактики инфекционного заболевания или его лечения. С помощью сывороток можно предотвратить или лечить грипп, столбняк, коклюш, ботулизм, дифтерию и др. заболевания.

Иммунитет классифицируют на естественный и искусственный (рис. 80). *Естественный иммунитет* может быть *врожденным* и *приобретенным* (после перенесенного заболевания). *Искусственный иммунитет* подразделяют на *активный* (под действием вакцин) и *пассивный* (под действием сывороток) — после введения вакцины В-лимфоциты сами вырабатывают антитела против определенного инфекционного агента; с сывороткой вводятся уже готовые антитела.

Естественный приобретенный иммунитет не может развиться к некоторым заболеваниям. К ним относятся, например, сифилис, ангина и т. д. В большинстве случаев естественный приобретенный иммунитет не является пожизненным.

Существуют заболевания, которые поражают иммунную систему человека. Одним из самых опасных является синдром приобретен-

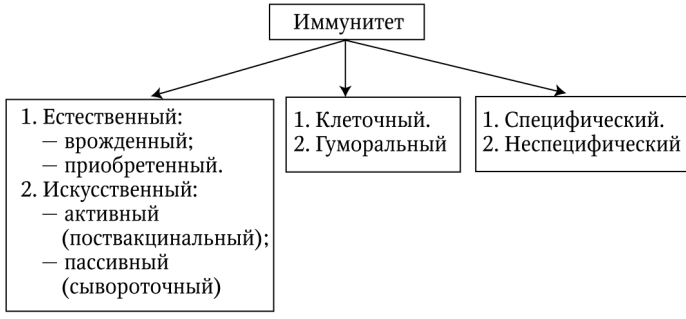


Рис. 80. Виды иммунитета

ного иммунодефицита (СПИД). Он вызывается вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ). Этот вирус поражает систему Т-лимфоцитов, угнетая их способность противодействовать инфекционным агентам. В результате человек погибает не собственно от СПИДа, а от вторичных инфекций (от пневмонии, сепсиса и др.).

Учитывая основные пути передачи (половой, через нестерильные медицинские инструменты, нестерильные шприцы — у наркоманов), для профилактики заражения этой инфекцией необходимо:

— избегать случайных половых контактов;

— не принимать наркотики;

— в медицинских учреждениях использовать стерильные инструменты; у всех доноров перед переливанием крови проводить специальные исследования на носительство ВИЧ.

Аллергия — состояние организма, которое характеризуется повышенной чувствительностью иммунной системы к некоторым антигенам, что приводит к повреждению собственных клеток и тканей организма. Аллергия может возникать в ответ на контакт с какими-либо биологическими веществами (пыльцой растений, шерстью животных), химическими веществами (некоторыми лекарствами, пищевыми продуктами). Эти вещества носят название аллергенов. При аллергии ответ иммунной системы на введение антигенов избыточен относительно стимула. В результате антителами и биологически активными веществами повреждаются собственные клетки и ткани организма. Проявляться аллергия может в виде покраснений на коже, зуда, чихания, насморка, слезотечения, приступов удушья. Для предупреждения аллергической реакции необходимо избегать контакта с теми веществами, которые ее вызывают. Лечение аллергии, как правило, заключается в применении лекарственных препаратов, уменьшающих иммунный ответ организма.

Глава 10

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ СТРОЕНИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Нервная система — это совокупность функционально взаимосвязанных нервных структур, обеспечивающих регуляцию и координацию деятельности отдельных органов, систем органов и человеческого организма в целом, а также постоянное его взаимодействие с окружающей средой.

Структурной единицей нервной системы является нервная клетка или нейрон. Нервные клетки по внешним признакам имеют ряд особенностей: они разнообразны по форме и размерам, имеют тела и отростки, а также специфические окончания на отростках (рецепторы или эффекторы). У нервных клеток различают два вида отростков — дендриты и аксон. Дендриты обеспечивают проведение нервного импульса к телу нервной клетки. Их количество вариабельно: дендрит может отсутствовать полностью, быть единственным или их может быть большое количество. Аксон является постоянным отростком, он всегда единственный и обеспечивает проведение нервного импульса от тела нервной клетки. Таким образом, нервная клетка строго динамически поляризована, так как нервный импульс проводится в одном определенном направлении: по дендритам — к телу клетки и от тела клетки — по аксону.

Кроме того, в нервной системе имеются глиальные клетки, количество которых в десятки раз больше, чем нейронов. Глия выполняет опорную, защитную и трофическую функции. От их нормальной деятельности существенно зависит функциональная активность собственно нервных клеток (нейронов).

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕРВНЫХ КЛЕТОК

По форме тела и характеру отхождения от него отростков, различают униполярные, биполярные, псевдоуниполярные и мультиполярные нервные клетки (рис. 81).

По размерам тела нервные клетки могут быть мелкими (до 5 мкм), средними (до 30 мкм) и крупными (до 100 мкм). Длина отростков существенно различается: у одних нервных клеток они мик-

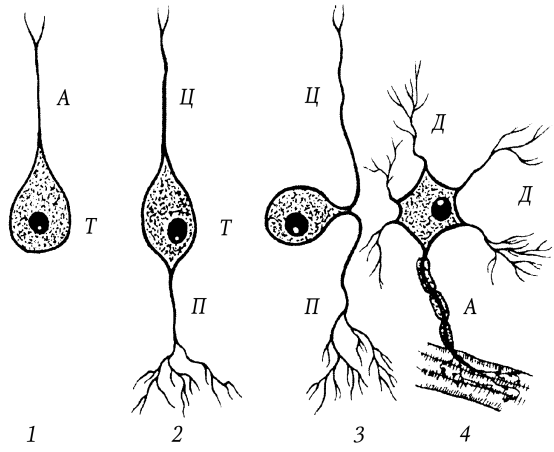


Рис. 81. Основные типы нервных клеток:
1 — униполярный нейрон; *2* — биполярный нейрон; *3* — псевдоуниполярный нейрон;
4 — мультиполярный нейрон;
А — аксон; *Д* — дендрит; *П* — периферический отросток; *Ц* — центральный отросток; *Т* — тело

роскопические, у других — достигают до 1 метра и более. Например, тело нервной клетки находится в спинном мозге, а ее отросток заканчивается в пальцах рук или ног.

По выполняемой функции нервные клетки можно разделить на три группы:

1) чувствительные или рецепторные, имеющие специализированное окончание — рецептор, способный воспринимать раздражения из внешней или внутренней среды. В качестве таких клеток выступают биполярные или псевдоуниполярные нейроны. При этом псевдоуниполярные нервные клетки воспринимают такие раздражения как боль, изменения температуры, прикосновение (тактильные раздражения), степень сокращения или расслабления мышц. Такие ощущения называют *общей чувствительностью*. Биполярные нервные клетки являются клетками специальной чувствительности. Они воспринимают световые, обонятельные, вкусовые, слуховые и вестибулярные раздражения;

2) вставочные или ассоциативные, обеспечивающие анализ и синтез поступающей информации и передачу ее на эффекторные клетки; вставочными нейронами обычно являются мелкие мультиполярные клетки;

3) эффекторные нервные клетки, имеющие специализированное окончание — эффектор, способный передавать нервный импульс на рабочий орган: мышцу или железу. В качестве эффекторных клеток выступают крупные мультиполярные или пирамидные нейроны.

НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА

Нервные волокна — это покрытые снаружи глиальной оболочкой отростки нервных клеток, осуществляющие проведение нервных импульсов. В зависимости от наличия или отсутствия миелина в составе оболочки различают два вида нервных волокон — *миелиновые* и *безмиелиновые*. В миелиновых волокнах оболочка толще — она предотвращает распространение идущих по волокну нервных импульсов на соседние ткани. Скорость проведения нервного импульса в миелиновых волокнах существенно выше, чем у безмиелиновых. Необходимо отметить, что скорость прохождения импульсов не зависит от силы раздражения.

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЦЕПТОРОВ

I. **По локализации и видам воспринимаемой чувствительности** рецепторы разделяют на четыре группы:

1) экстероцепторы — располагаются в коже, воспринимают тактильные (осязание), болевые и температурные раздражения;
2) проприоцепторы — располагаются в мышцах, сухожилиях, связках, суставных капсулах, надкостнице и костях; они воспринимают чувства давления, вибрации, веса, степень сокращения или расслабления мышц и положение частей тела в пространстве;
3) интероцепторы — располагаются во внутренних органах и в стенках сосудов, воспринимают механическое и осмотическое давление (баро- и осморецепторы), химический состав среды (хеморецепторы) и боль.

Чувствительность, воспринимаемая экстеро-, проприо- и интероцепторами объединяется понятием — общая чувствительность.

4) специализированные рецепторы располагаются в специализированных органах: глазное яблоко, внутреннее ухо, полость носа, язык; они воспринимают пять специальных видов чувствительности — зрение, слух, вестибулярные раздражения, обоняние и вкус.

II. **По способу восприятия раздражения** рецепторы делят на две группы:

1) дистантные — воспринимающие раздражение без непосредственного контакта с ним (зрение, слух);
2) контактные — воспринимающие раздражение при непосредственном контакте с ним (боль, температура, вкус).

ПОНЯТИЕ О СИНАПСЕ

Понятие о синапсе как аппарате межнейронной связи в 1850 г. ввел английский физиолог И. Шерингтон. *Синапс* — это ультрамикроскопическое образование, осуществляющее передачу нервного импульса с одной нервной клетки на другую или с нервной клетки на рабочий орган. Синапс обеспечивает односторонность проведения нервного импульса и преобразование его по силе и частоте

Синапс включает *пресинаптическую часть, синаптическую щель* и *постсинаптическую часть* (рис. 82). Пресинаптическая часть представляет собой утолщение, содержащее скопление пресинаптических пузырьков, наполненных медиатором. Чаще всего в качестве медиаторов выступают такие химические вещества как ацетилхолин, норадреналин, пуриновые основания и др. Синаптическая щель заполнена гелеобразной массой; ее ширина колеблется от 5 до 20 нанометров. Постсинаптическая часть синапса также расширена. На ее мембране имеются белковые молекулы — хеморецепторы. Последние реагируют с выделившимся медиатором и тем самым передают уже преобразованный нервный импульс. В зависимости от химической природы медиатора различают следующие основные виды хеморецепторов: α-, β-адренорецепторы; М-, Н-холинорецепторы; пуринорецепторы; ГАМК-рецепторы и т. д.

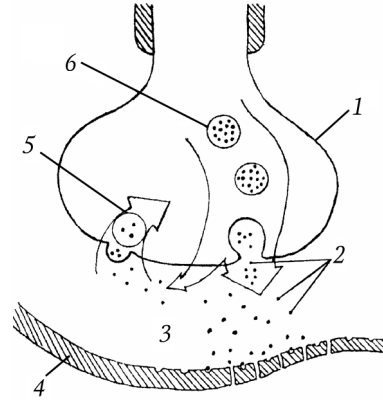


Рис. 82. Схема строения синапса:

1 — пресинаптическая мембрана; *2* — молекулы медиатора; *3* — синаптическая щель; *4* — постсинаптическая мембрана с расположенными в ней хеморецепторами; *5* — обратный транспорт медиатора; *6* — синаптические пузырьки с медиатором

На теле и отростках одной нервной клетки имеется от 5000 до 10000 синапсов, по которым поступает огромное количество информации. Одни нервные импульсы проходят через синапс и усиливаются, а другие — задерживаются и ослабляются. В связи с этим по функции различают возбуждающие и тормозные синапсы. В зависимости от того, какие структуры нервных клеток (аксон, дендрит, тело — сома) участвуют в образовании синапса, различают следующие их виды: аксо-соматические, аксо-аксональные, аксо-дендритические, сомато-соматические и т. д.

РЕФЛЕКС. РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА

Термин «рефлекс» был предложен чешским физиологом И. Прохаской. Понятие «рефлекторная дуга» в 1850 г. обосновано английским физиологом М. Холлом, который установил закономерности распространения возбуждения по афферентным и эфферентным путям. Русский физиолог И. М. Сеченов в 1863 году в книге «Рефлексы головного мозга» объяснил рефлекторный механизм регуляции функций отдельных органов и организма в целом.

Основной функцией нервной системы является рефлекторная деятельность. **Рефлекс** — это ответная реакция организма на раздражение из внешней или внутренней среды. Морфологической (структурной) основой рефлекса является рефлекторная дуга, которая представляет собой цепь функционально взаимосвязанных нейронов. Различают простые и сложные рефлекторные дуги.

Простая рефлекторная дуга (рис. 83) соматической нервной системы состоит из трех нейронов: *рецепторного*, *вставочного* и *эффекторного*. Рецепторный или чувствительный нейрон располагается в чувствительном узле спинномозгового нерва (спинномозговом узле) или чувствительном узле черепного нерва. Дендрит этого нейрона начинается рецепторами в коже, мышце, надкостнице и т. д. Аксон направляется в спинной или головной мозг, где синаптически заканчивается на вставочном нейроне. Вставочный нейрон представлен мелкой мультиполярной клеткой, которая не покидает центральную нервную систему, а в ее пределах синаптически заканчивается на эффекторном нейроне. Дендриты и тело эффекторного нейрона также лежат в пределах центральной нервной системы, однако аксон покидает ее и следует до рабочего органа — мышцы. В последней он заканчивается моторной бляшкой или нервно-мышечным синапсом. Таким образом, рефлекторная дуга имеет три звена: 1 — афферентное (чувствительное); 2 — ассоциативное (вставочное); 3 — эфферентное (эффекторное).

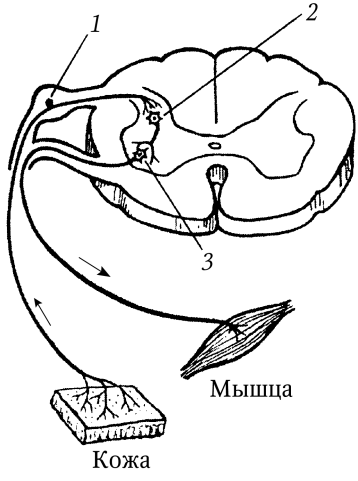


Рис. 83. Схема простой рефлекторной дуги:
1 — рецепторный (чувствительный) нейрон;
2 — ассоциативный (вставочный) нейрон;
3 — эффекторный (двигательный) нейрон

Сложные соматические рефлекторные дуги имеют большее количество вставочных нейронов. Эти нейроны собирают информацию, передают ее в соответствующие интеграционные центры головного мозга, где поступившая информация анализируется и интегрируется. Затем происходит генерация ответного импульса, который поступает к эффекторному нейрону. Основными интеграционными центрами головного мозга являются: мозжечок, средний мозг, промежуточный мозг, кора полушарий большого мозга. Мозжечок является подкорковым центром равновесия и вестибулярных (статокинетических) функций; средний мозг — подкорковым центром зрения, слуха, обоняния и тактильной чувствительности; промежуточный мозг — подкорковым центром всех видов чувствительности. Кора полушарий большого мозга — это высший интеграционный центр, отвечающий за точный и тонкий анализ любой информации, за мыслительную деятельность и память.

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

По **топографо-анатомическому принципу** различают *центральную* и *периферическую* нервную систему. Центральная нервная система включает в себя головной и спинной мозг. Периферическая нервная система объединяет все структуры, расположенные за пределами головного и спинного мозга. Структуры, связанные со спинным мозгом, составляют спинномозговой отдел периферической нервной системы. К нему относят: чувствительные узлы спинномозговых нервов, корешки спинномозговых нервов, спинномозговые нервы, сплетения и ветви спинномозговых нервов, нервные окончания. Структуры, связанные с головным мозгом, составляют краниальный отдел периферической нервной системы. К нему относят: краниальные чувствительные узлы, черепные нервы, ветви черепных нервов и их окончания.

По **функции** нервную систему делят на *соматическую* (анимальную) и *вегетативную* (автономную). Соматическая нервная система отвечает за иннервацию тела (сомы) — кожи, мышц, скелета. Вегетативная нервная система обеспечивает иннервацию внутренних органов, желез и сосудов. В свою очередь, она включает симпатический и парасимпатические отделы.

РОЛЬ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ В ОРГАНИЗМЕ

Нервная система в организме человека выполняет многочисленные функции. Основными из них являются:

1. Как уже указывалось, нервная система является основной интегративной системой организма, осуществляющей свои функции по рефлекторному принципу.

Основные этапы рефлекторной деятельности следующие:
— восприятие раздражений из внутренней и внешней среды;
— трансформация энергии раздражения в нервный импульс;
— проведение нервных импульсов до соответствующих нервных центров;
— анализ и обработка поступившей информации в нервном центре;
— проведение нервных импульсов от нервного центра до рабочего органа;
— обеспечение ответной реакции (сокращение мышц или выделение секрета железами).

2. Координация и интеграция деятельности различных органов и систем органов.

3. Адаптационно-трофическая функция, т. е. обеспечение приспособления организма к изменениям внешней среды.

4. Мыслительная деятельность и ответная рефлекторная реализация процессов мыслительной деятельности (выполнение точных конкретных движений и т. д.).

5. Память на текущие и давние события.

СПИННОЙ МОЗГ

Спинной мозг располагается в позвоночном канале. Он представляет собой тяж, диаметром около 1 см, длиной — 45 см. Сверху спинной мозг сращен с головным мозгом. На протяжении спинного мозга выделяют два утолщения: шейное — обусловлено скоплением нервных клеток, отвечающих за иннервацию верхних конечностей; пояснично-крестцовое — за иннервацию нижних конечностей. Заканчивается спинной мозг у взрослого человека на уровне 1-го поясничного позвонка мозговым конусом, от которого до 2-го копчикового позвонка продолжается терминальная нить (рис. 84).

Посередине передней поверхности спинного мозга имеется глубокая передняя срединная щель, а на задней — задняя срединная борозда, которые делят его на правую и левую половины. Из переднебоковой и заднебоковой борозд выходят, соответственно, передние и задние корешки спинномозговых нервов. Всего имеется 124 корешка: 62 передних по расположению и двигательных по функции; 62 — задних по расположению и чувствительных по функции. Задние корешки — это центральные отростки псевдоуниполярных клеток, расположенных в чувствительных узлах спинномозговых нервов (спинномозговых узлах). Передние корешки — это аксоны эффекторных клеток, расположенных в спинном мозге.

Участок спинного мозга, анатомически и функционально связанный с четырьмя корешками спинномозговых нервов, находящи-

мися в одной горизонтальной плоскости, называют **сегментом спинного мозга** (рис. 85). На протяжении спинного мозга выделяют 31 сегмент. Из них: 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1 копчиковый. Сегменты спинного мозга отвечают за иннервацию кожи и мышц определенной части тела: шейные — шеи, верхних конечностей и диафрагмы; грудные — груди, спины и живота (туловища); поясничные, крестцовые и копчиковый — нижней части туловища и нижних конечностей.

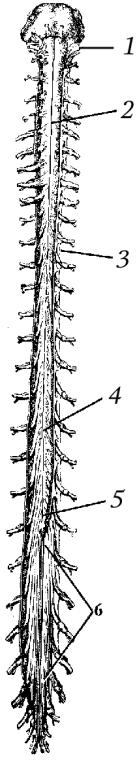


Рис. 84. Спинной мозг. Передняя поверхность:

1 — продолговатый мозг; *2* — шейное утолщение; *3* — твердая мозговая оболочка; *4* — пояснично-крестцовое утолщение; *5* — мозговой конус; *6* — конский хвост

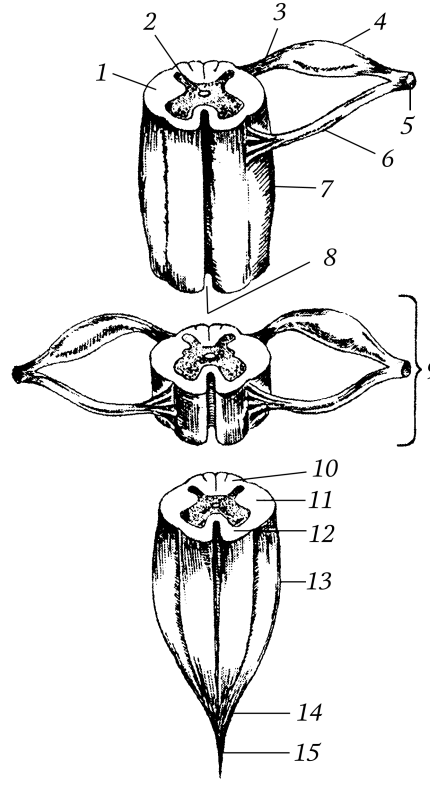


Рис. 85. Строение спинного мозга:

1 — белое вещество; *2* — серое вещество; *3* — задний корешок спинномозгового нерва; *4* — чувствительный узел спинномозгового нерва; *5* — спинномозговой нерв; *6* — передний корешок спинномозгового нерва; *7* — шейное утолщение; *8* — передняя продольная щель; *9* — сегмент спинного мозга; *10* — задний канатик; *11* — боковой канатик; *12* — передний канатик; *13* — поясничное утолщение; *14* — мозговой конус; *15* — терминальная нить

В связи с тем, что рост спинного мозга у плода отстает от роста позвоночного канала, изменяется направление хода корешков спинномозговых нервов. В связи с этим у взрослого человека корешки спинномозговых нервов, отходящих от 10 нижних сегментов, проходят в позвоночном канале и образуют, так называемый, конский хвост (см. рис. 84).

На поперечном разрезе спинной мозг состоит из серого вещества, расположенного внутри в виде бабочки, и белого вещества, окружающего по периферии серое вещество. Серое вещество — это нервные клетки, пронизанные нервными волокнами. Белое вещество представлено отростками нервных клеток, которые образуют нервные волокна.

В сером веществе различают задние рога (более узкие), боковые рога и передние рога (более широкие). В задних рогах находятся чувствительные ядра, которые получают информацию от чувствительных клеток спинномозговых узлов, аккумулируют ее и передают в интеграционные центры головного мозга. В боковых рогах находятся вегетативные симпатические ядра, которые также получают информацию от чувствительных псевдоуниполярных клеток спинномозговых узлов, анализируют ее и затем обеспечивают симпатическую иннервацию внутренних органов и сосудов. Передние рога содержат ядра, образованные эфферентными клетками, которые получают информацию от вставочных нейронов спинного мозга или непосредственно от головного мозга и посылают нервные импульсы к рабочему органу (мышце). Кроме указанных ядер в сером веществе спинного мозга находятся вставочные нейроны.

Белое вещество с правой и левой сторон разделяется корешками спинномозговых нервов на три канатика: задний, боковой и передний. В канатиках проходят пучки нервных волокон — тракты. Посредством трактов обеспечивается двусторонняя связь спинного мозга и определенных центров головного мозга. Тракты, идущие от чувствительных ядер спинного мозга до ядер головного мозга, называются *афферентными*, или восходящими. Тракты, идущие от интеграционных центров головного мозга до двигательных ядер спинного мозга, называются *эфферентными*, или нисходящими. Таким образом, тракт — это совокупность аксонов одинаковых по функции нейронов, обеспечивающих проведение нервных импульсов в строго определенном направлении.

Следует обратить внимание на то, что в составе заднего канатика проходят афферентные (чувствительные) тракты, в составе бокового канатика — афферентные и эфферентные (двигательные), в составе переднего канатика — преимущественно эфферентные тракты.

В функциональном отношении в спинном мозге выделяют два аппарата — сегментарный и проводниковый.

Сегментарный аппарат предназначен для обеспечения безусловных простейших охранительных рефлексов. Например, отдергивание руки при уколе, ожоге или болевом воздействии. Сегментарный аппарат работает без участия головного мозга по принципу простейших рефлекторных дуг. При этом первыми чувствительными нейронами являются псевдоуниполярные клетки спинномозговых узлов, вторыми — вставочные нейроны спинного мозга и третьими — эффекторные нейроны передних рогов спинного мозга, которые посылают нервные импульсы к мышцам. Следует отметить, что у человека почти все рефлекторные акты на уровне спинного мозга являются полисегментарными, т. е. захватывающими для ответной реакции много сегментов спинного мозга. Например, в ответ на сильное раздражение кожи одного из пальцев происходит отдергивание всей руки.

Проводниковый аппарат спинного мозга предназначен для обеспечения сложных рефлексов с участием нервных центров головного мозга, которые обеспечивают регуляцию тонуса мышц или выполнение осознанных движений. Например, при сильном болевом или температурном воздействии на верхнюю конечность можно сознательно подавить желание отдернуть руку, и, несмотря на сильное раздражение, выполнить конкретную работу. Для осуществления данной функции информация поступает в ядра задних рогов спинного мозга, где аккумулируется и по афферентным путям достигает нервных центров головного мозга. После соответствующего анализа в указанных центрах по эфферентным путям она передается на эффекторные клетки передних рогов спинного мозга и от них — на мышцы.

Таким образом, импульсы от рецепторов туловища, шеи, конечностей и внутренних органов передаются по афферентным трактам в головной мозг. Импульсы от головного мозга по эфферентным трактам поступают к двигательным нейронам спинного мозга, которые регулируют работу исполнительных органов. Следовательно, деятельность спинного мозга находится под контролем головного мозга.

ГОЛОВНОЙ МОЗГ

Головной мозг является высшим отделом центральной нервной системы. В нем выделяют мозговой ствол, мозжечок и большой мозг. На ранних стадиях развития головной мозг представлен **ромбовидным**, **средним** и **передним** мозгом. В дальнейшем из ромбовидного мозга развиваются *продолговатый* и *задний* мозг. Задний мозг включает в себя мост и мозжечок. Из переднего мозга дифференцируются *конечный* и *промежуточный* мозг. Пространственное расположение отделов головного мозга представлено в табл. 6 и на рис. 86.

Таблица 6

Классификация отделов головного мозга

Отделы мозга		Полость мозга
Ромбовидный мозг	*Продолговатый мозг*	Четвертый желудочек
	Задний мозг: мост; мозжечок	
Средний мозг	*Средний мозг*: ножки мозга; пластинка крыши (четверохолмие)	Водопровод мозга
Передний мозг	*Промежуточный мозг*: гипоталамус (подталамическая область); таламический мозг	Третий желудочек
	Конечный мозг: полушария (плащ); базальные ядра; обонятельный мозг	Боковые желудочки

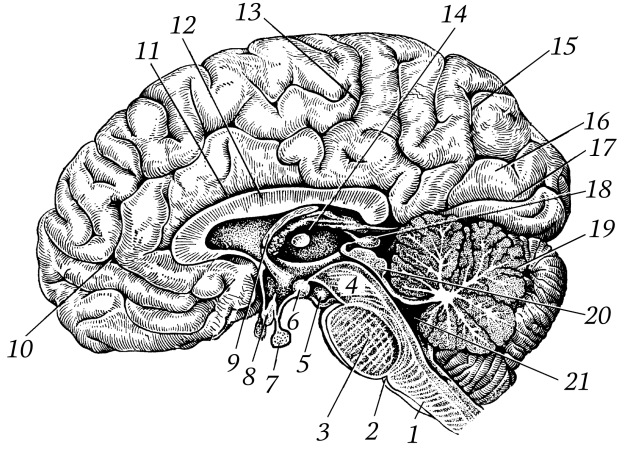


Рис. 86. Сагиттальный разрез головного мозга:

1 — продолговатый мозг; *2* — олива; *3* — мост; *4* — средний мозг (ножки мозга); *5* — глазодвигательный нерв; *6* — сосочковое тело; *7* — гипофиз; *8* — зрительный перекрест; *9* — свод; *10* — лобная доля; *11* — борозда мозолистого тела; *12* — мозолистое тело; *13* — теменная доля; *14* — таламус (зрительный бугор); *15* — теменно-затылочная борозда; *16* — затылочная доля; *17* — шпорная борозда; *18* — эпифиз; *19* — мозжечок; *20* — пластинка крыши среднего мозга; *21* — четвертый желудочек

ПРОДОЛГОВАТЫЙ МОЗГ

Продолговатый мозг является продолжением спинного мозга (рис. 87). На его вентральной (передней) поверхности находятся пирамиды, оливы, а также выходят четыре пары черепных нервов:

XII пара — подъязычный нерв; XI пара — добавочный нерв; X пара — блуждающий нерв; IX пара — языкоглоточный нерв.

Дорсальная (задняя) поверхность продолговатого мозга образует нижний отдел ромбовидной ямки. В продолговатом мозге находится серое вещество — ядра указанных черепных нервов, ретикулярная формация, ядра оливы и белое вещество — проводящие пути. В ретикулярной формации продолговатого мозга располагаются жизненно важные центры: дыхательный, сосудодвигательный, центры слюноотделения и центры защитных рефлексов (рвота, кашель, чихание). Ядра оливы отвечают за безусловно-рефлекторную регуляцию тонуса мышц при вестибулярных нагрузках. Кроме того, внутри продолговатого мозга проходят афферентные (восходящие) и эфферентные (нисходящие) тракты.

При повреждениях продолговатого мозга наблюдаются расстройства дыхания, сердечной деятельности, тонуса сосудов, нарушения глотания, которые могут привести к смерти.

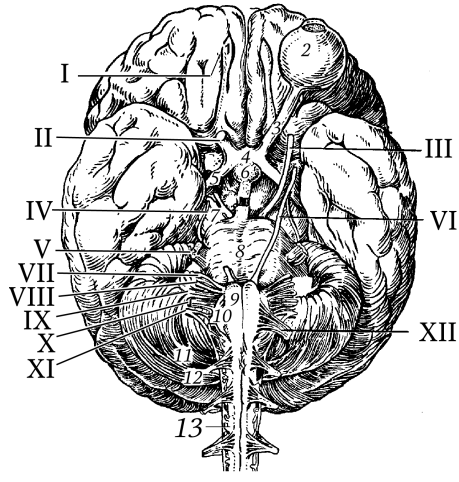


Рис. 87. Основание мозга. Места выхода черепных нервов:

I — место выхода обонятельных нервов; II — зрительный нерв; III — глазодвигательный нерв; IV — блоковый нерв; V — тройничный нерв; VI — отводящий нерв; VII — лицевой нерв; VIII — преддверно-улитковый нерв; IX — языкоглоточный нерв; X — блуждающий нерв; XI — добавочный нерв; XII — подъязычный нерв;

1 — обонятельная луковица; *2* — глазное яблоко; *3* — зрительный нерв; *4* — зрительный перекрест; *5* — зрительный тракт; *6* — гипофиз; *7* — ножка мозга; *8* — мост; *9* — пирамида; *10* — олива; *11* — мозжечок; *12* — первый спинномозговой нерв; *13* — спинной мозг

МОСТ

Мост располагается в виде поперечного валика выше продолговатого мозга. На его вентральной поверхности выходят из вещества мозга 4 пары черепных нервов:

VIII пара — преддверно-улитковый нерв;
VII пара — лицевой нерв;
VI пара — отводящий нерв;
V пара — тройничный нерв.

Дорсальная поверхность моста образует верхний отдел дна четвертого желудочка (ромбовидной ямки).

В веществе моста расположено трапециевидное тело, относящееся к проводящему пути слуховых импульсов; формируются вкусовой и вестибулярный пути; проходят проводящие пути общей чувствительности и двигательные пути, а также находятся ядра указанных черепных нервов и ретикулярной формации.

Повреждения моста характеризуются нарушением функций V—VIII пар черепных нервов и поражением соответствующих проводящих путей.

МОЗЖЕЧОК

Мозжечок является интеграционным центром. Он состоит из *червя* и *двух полушарий*. Снаружи на этих образованиях находится кора, а внутри — белое вещество. Посредством трех пар ножек он соединен со средним мозгом, мостом и продолговатым мозгом.

Мозжечок обеспечивает координацию движений, регулирует тонус мышц-антагонистов (сгибателей и разгибателей; приводящих и отводящих). Под воздействием коры полушарий большого мозга обеспечивает выполнение точных, тонких, предуготованных движений. При повреждении мозжечка нарушается точность и направленность движений, существенно изменяется тонус мышц, появляется неустойчивая, шатающаяся походка, дрожание рук.

Полостью ромбовидного мозга является IV желудочек, который заполнен спинномозговой жидкостью. Он расположен между продолговатым мозгом и мостом с одной стороны и мозжечком — с другой.

СРЕДНИЙ МОЗГ

Средний мозг располагается кпереди от моста. Он состоит из пластинки крыши и ножек мозга. Полостью среднего мозга является водопровод мозга (Сильвиев водопровод).

Передняя поверхность среднего мозга представлена ножками мозга. Между ними расположена межножковая ямка. Из последней выходит III пара черепных нервов — глазодвигательный нерв.

Задняя поверхность представлена пластинкой крыши (четверохолмием), ниже которой выходит IV пара черепных нервов — блоковый нерв.

Пластинка крыши состоит из верхних и нижних холмиков. Нижние холмики являются подкорковым центром слуха, безусловно-рефлекторно регулирующим тонус мышц и движения при сильных звуковых раздражениях. Верхние холмики являются подкорковыми центрами зрения, обоняния и тактильной чувствительности. Так же как и нижние холмики, они безусловно-рефлекторно регулируют тонус мышц и обеспечивают ответные реакции на сильные световые, обонятельные и тактильные раздражения.

В веществе среднего мозга находятся подкорковые двигательные центры — красное ядро и черное вещество, которые обеспечивают безусловно-рефлекторную регуляцию тонуса мышц и принятие определенной позы.

При повреждениях среднего мозга происходит нарушение движений глазного яблока и отсутствие реакции на сильные звуковые, световые, обонятельные и тактильные раздражения. Кроме того, может нарушаться реакция зрачка на свет.

ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ МОЗГ

Промежуточный мозг располагается впереди среднего мозга и в значительной степени прикрыт полушариями большого мозга. В нем различают *гипоталамус* (подталамическую область) и *таламический мозг*. Полостью промежуточного мозга является *третий желудочек*.

Вентральная поверхность промежуточного мозга представлена гипоталамусом (подталамической областью). В ней различают переднюю, промежуточную и заднюю гипоталамические области.

1. Передняя гипоталамическая область представлена зрительным перекрестом и зрительными трактами. К зрительному перекресту подходит II пара черепных нервов, зрительный нерв. Эти структуры относят к проводящим путям зрительного анализатора.

2. В промежуточной гипоталамической области выделяют собственно гипоталамическую область, серый бугор, воронку и гипофиз (см. рис. 87). В собственно гипоталамической области расположены высшие центры эндокринных и вегетативных функций. Они регулируют обмен веществ, температуру тела, кровяное и внутричерепное давление, поддерживают постоянство внутренней среды (гомеостаз). Собственно гипоталамическая область продолжается в серый бугор, который постепенно суживается и переходит в воронку. К ней фиксирован гипофиз, который находится в ямке турецкого

седла. Гипоталамус и гипофиз регулируют деятельность всех желез внутренней секреции (щитовидной, паращитовидных, надпочечников, половых и т. д.).

3. Заднюю гипоталамическую область образуют сосочковые тела, которые выполняют функцию подкоркового центра обоняния.

Дорсальная поверхность промежуточного мозга — *таламический мозг*, представлена парным таламусом (зрительным бугром), метаталамусом (заталамическая область) и эпиталамусом (надталамическая область).

1. В таламусе (зрительном бугре) сосредоточены многочисленные чувствительные ядра, на которых заканчиваются сознательные афферентные тракты всех видов чувствительности. От этих ядер они направляются в кору полушарий большого мозга.

2. Метаталамус (заталамическая область) представлен латеральным и медиальным коленчатыми телами, выполняющими, соответственно, роль подкорковых центров зрения и слуха. От них импульсы направляются в кору головного мозга к соответствующим корковым центрам.

3. Основным образованием эпиталамуса (надталамической области) является железа внутренней секреции — эпифиз, которая регулирует биоритмы и задерживает преждевременное половое созревание.

КОНЕЧНЫЙ МОЗГ

Конечный мозг — это самый большой по объему отдел головного мозга, масса которого составляет более 80 % от всех остальных отделов. Конечный мозг представлен правым и левым полушариями, соединенными между собой мозолистым телом. Полушария прикрывают сверху промежуточный, средний мозг и верхнюю поверхность мозжечка, образуя, так называемый, плащ. Кроме него к основным частям конечного мозга также относят: обонятельный мозг и базальные ядра. Полостью конечного мозга являются боковые (латеральные) желудочки.

1. **Полушария головного мозга (плащ).**

Снаружи полушария покрыты серым веществом, толщиной 2—5 мм, составляющим кору полушарий большого мозга (КПБМ). В связи с наличием глубоких борозд и извилин поверхность полушарий неровная. Такое строение способствует значительному увеличению площади коры, которая в среднем составляет 2000— 2500 см^2. При этом 2/3 поверхности коры скрыты в глубине борозд и извилин. В составе коры полушарий большого мозга насчитывается около 14 млрд нервных клеток и более 140 млрд глиальных клеток.

Ежедневно у взрослого человека отмирает от 10 000 до 30 000 нервных клеток, которые не восстанавливаются. Поэтому у пожилых и старых людей снижается память и мыслительные способно-

сти. Курение, употребление спиртных напитков, наркотиков и других токсических веществ оказывает губительное действие на нервные клетки, они погибают сотнями тысяч. В частности, употребление наркотиков приводит к резкому снижению умственных способностей, снижению интеллекта, склонности к плоским и грубым шуткам и утрате интереса к жизни. Очень губительное действие на клетки головного мозга оказывают нейроинфекции (энцефалиты, менингиты и т. д.).

Полушария большого мозга с помощью первичных борозд разделены на доли: *лобную*, *теменную*, *височную* и *затылочную*. С помощью вторичных борозд каждая доля разделена на извилины, которые, в свою очередь, третичными бороздами разделены на участки. Лобная доля отделена от теменной центральной бороздой, теменная от височной — латеральной бороздой. Центральная и латеральная борозды находятся на верхнелатеральной поверхности. Между теменной и затылочной долями расположена теменно-затылочная борозда, которая хорошо видна на медиальной поверхности.

В лобной доле выделяют предцентральную, верхнюю, среднюю и нижнюю лобные извилины. В теменной доле выделяют постцентральную извилину, верхнюю и нижнюю теменные дольки. В затылочной доле находится шпорная борозда. В височной доле расположены верхняя, средняя и нижняя височные извилины и крючок (рис. 88).

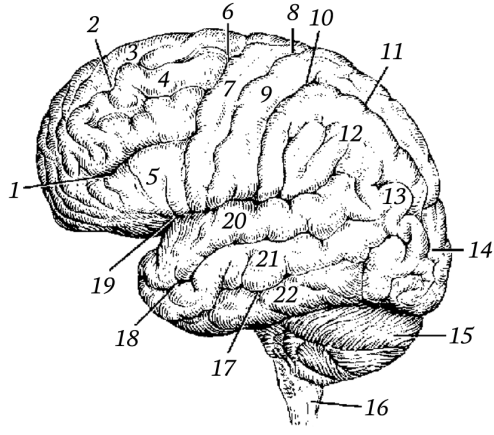


Рис. 88. Верхнелатеральная поверхность головного мозга:

1 — нижняя лобная борозда; *2* — верхняя лобная борозда; *3* — верхняя лобная извилина; *4* — средняя лобная извилина; *5* — нижняя лобная извилина; *6* — предцентральная борозда; *7* — предцентральная извилина; *8* — центральная борозда; *9* — постцентральная извилина; *10* — постцентральная борозда; *11* — межтеменная борозда; *12* — надкраевая извилина; *13* — угловая извилина; *14* — затылочная доля; *15* — мозжечок; *16* — продолговатый мозг; *17* — нижняя височная борозда; *18* — верхняя височная борозда; *19* — латеральная борозда; *20* — верхняя височная извилина; *21* — средняя височная извилина; *22* — нижняя височная извилина

Благодаря учению великого отечественного физиолога И. П. Павлова научно обоснована динамическая локализация функций в коре полушарий большого мозга. Следует отметить, что в настоящее время четко установлена функция каждой извилины КПБМ и даже отдельных участков извилин. Например, известно, какие участки коры больших полушарий контролируют речевую функцию, слух, обоняние, где проецируется нога, рука и т. д. Однако, в целях краткости изложения данного материала отметим основные функции КПБМ в каждой из долей мозга, в которых сосредоточены соответствующие нервные центры.

Кора лобной доли отвечает за двигательные (предцентральная извилина), психические функции и поведенческие реакции (верхняя лобная извилина), за правильную речь — речедвигательный центр (нижняя лобная извилина) и написание знаков (средняя лобная извилина).

Кора теменной доли — за общую чувствительность (постцентральная извилина), узнавание предметов на ощупь (верхняя теменная долька); в пределах нижней теменной дольки расположены центры, отвечающие за приобретенные практические навыки (надкраевая извилина), узнавание и чтение букв (угловая извилина).

Кора височной доли — за специальную чувствительность: слух (верхняя височная извилина), обоняние и вкус (крючок) и вестибулярные функции (средняя и нижняя височные извилины).

Кора затылочной доли — за специальную чувствительность — зрение (шпорная борозда).

При поражении КПБМ возникают расстройства памяти, мыслительных способностей, психические расстройства и выпадение конкретных функций проекционных зон (нарушения речи, слуха, зрения, двигательных функций, чувствительности и т. д.).

Внутри полушарий большого мозга находится белое вещество — аксоны нервных клеток (проводящие пути), которые обеспечивают связи между различными участками коры, а также связи коры со структурами ствола головного мозга и спинным мозгом. Эти волокна формируют внутреннюю капсулу, свод мозга, мозолистое тело и т. д.

2. **Базальные ядра** — это крупные образования серого вещества, (хвостатое, чечевицеобразное, миндалевидное ядра и ограда), обеспечивающие безусловно рефлекторную (не зависящую от нашего сознания) регуляцию тонуса мышц и автоматические движения (бег, ходьба, устойчивость тела и т. д.). Свое действие они непосредственно оказывают на подкорковые двигательные центры среднего мозга (красное ядро, черное вещество).

3. **Обонятельный мозг** представлен обонятельной луковицей, обонятельным трактом и обонятельным треугольником. Обоня-

тельные нервы (I пара) проводят импульсы от рецепторов полости носа к обонятельной луковице. От обонятельного тракта по афферентным путям информация поступает в височную долю.

Для понимания особенностей развития некоторых заболеваний головного мозга необходимо отметить существенную особенность его кровоснабжения. В веществе головного мозга, по сравнению с другими органами, практически отсутствуют анастомозы между сосудами. Поэтому при нарушении поступления крови в зоне кровоснабжения какой-либо артерии неизбежно возникает ишемический некроз (омертвение) соответствующего участка — **ишемический инсульт.** Следовательно, ишемический инсульт возникает тогда, когда кровь не может снабжать кислородом и питательными веществами головной мозг из-за сужения сосуда или полной его непроходимости. Это может быть результатом атеросклероза, резкого или длительного спазма артерии или следствием закупорки артерии сгустком крови — тромбом.

Ишемический инсульт наблюдается чаще у лиц среднего и пожилого возраста, но иногда он может возникнуть и у молодых людей. Развитию его нередко предшествуют преходящие нарушения мозгового кровообращения, которые проявляются в виде некоторых двигательных и чувствительных нарушений. Ишемический инсульт может развиться после эмоциональных или физических нагрузок, употребления алкоголя, приема горячей ванны и т. д.

Для инсульта характерно постепенное, в течение 2—3 дней нарастание неврологических признаков, но иногда все эти симптомы возникают одномоментно и выражены очень ярко.

Нарушение трофики мозга также возникает при разрыве артерии внутри мозга. Разрыв артерии в мозге может быть вызван высоким кровяным давлением или изменением строения стенки сосуда. Это так называемый **геморрагический инсульт.**

При появлении даже незначительных чувствительных или двигательных расстройств необходимо **незамедлительно** обратиться к невропатологу.

Еще одной актуальной проблемой современной неврологии является **Болезнь Альцгеймера**. Это дегенеративное заболевание головного мозга, проявляющееся прогрессирующим снижением интеллекта. Впервые оно было описано немецким врачом А. Альцгеймером в 1907 г. Заболевание является одной из распространенных форм приобретенного слабоумия (*деменции*). Только в США болезнью Альцгеймера страдают 1,5 млн человек.

Ранее болезнь Альцгеймера ошибочно рассматривали как проявление старения или как склероз мозговых сосудов. На самом деле заболевание связано с дегенерацией нервных клеток (нейронов), а не с поражением кровеносных сосудов.

Симптомы болезни Альцгеймера многообразны. В их числе — постепенное снижение памяти и внимания, нарушение процессов мышления и способности к обучению, дезориентация во времени и пространстве, затруднения при подборе слов, трудности в общении, изменения личности. Симптомы деменции постепенно прогрессируют, приводя в конечном итоге к тому, что больной полностью утрачивает способность к самообслуживанию и погибает. Процесс распада психики может продолжаться несколько лет, принося страдания самому больному и его семье.

ОБОЛОЧКИ ГОЛОВНОГО И СПИННОГО МОЗГА

Различают наружную, среднюю и внутреннюю оболочки головного и спинного мозга. Первая называется твердой, вторая — паутинной, а третья — сосудистой. Паутинная и сосудистая оболочки вместе составляют мягкую мозговую оболочку.

В области основания черепа твердая мозговая оболочка спаяна с его костями, а в области крыши черепа она лишь рыхло сращена с ними. Сосудистая оболочка повторяет рельеф мозга. Паутинная оболочка очень тонкая, не имеет сосудов. Она расположена между твердой и сосудистой оболочками.

Пространство между твердой и паутинной оболочками носит название — субдуральное пространство. В нем находится спинномозговая жидкость. Между сосудистой и паутинной оболочками расположено подпаутинное (субарахноидальное) пространство, заполненное спинномозговой жидкостью.

Спинномозговая жидкость, находящаяся в подпаутинном пространстве и в желудочках мозга, является для мозга одновременно питательной и обменной средой, куда выделяются продукты обмена веществ. Перемещаясь из желудочков мозга, она оттекает в подпаутинное пространство через отверстия в области четвертого желудочка.

У спинного мозга, также имеются все три оболочки: твердая, паутинная и сосудистая. Ввиду того, что в области спинного мозга имеется значительное скопление спинномозговой жидкости, он как бы плавает в ней.

Между твердой оболочкой спинного мозга и надкостницей позвонков расположено эпидуральное пространство, заполненное жировой клетчаткой и сосудами. Оно также играет важную роль в предохранении спинного мозга от сотрясений. Аналогичного пространства в области головного мозга нет, так как твердая мозговая оболочка плотно срастается с костями черепа.

ПРОВОДЯЩИЕ ПУТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Проводящий путь — это цепь анатомически и функционально взаимосвязанных нейронов, обеспечивающих проведение одинаковых по функции нервных импульсов в строго определенном направлении. В соответствии с частями рефлекторной дуги выделяют афферентные, ассоциативные и эфферентные проводящие пути (рис. 89).

Афферентные пути обеспечивают проведение нервных импульсов от рецептора до интеграционного центра головного мозга. Афферентные нервные пути можно классифицировать на пути *сознательной* и *бессознательной* чувствительности. Пути сознательной чувствительности заканчиваются в интеграционных центрах коры полушарий большого мозга; пути бессознательной чувствительности — в подкорковых интеграционных центрах: мозжечке, среднем мозге, промежуточном мозге. По видам чувствительности различают афферентные пути *общей* и *специальной* чувствительности.

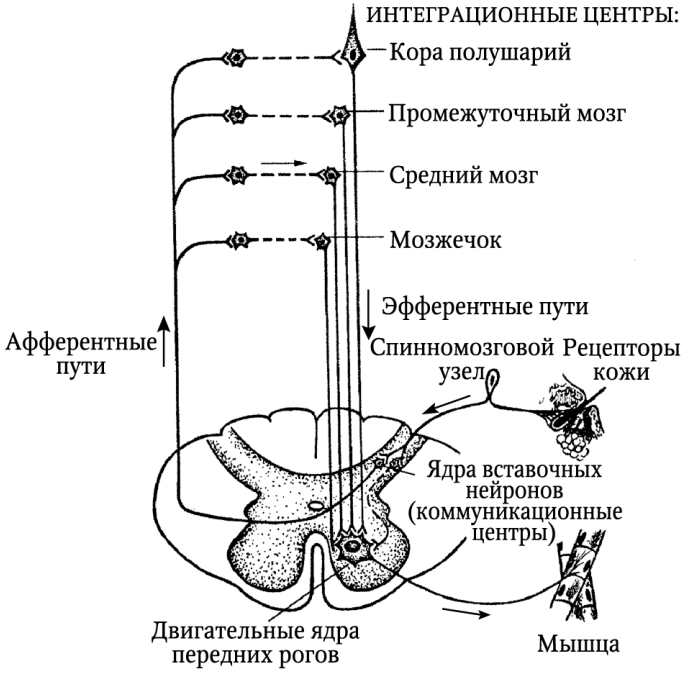


Рис. 89. Схема проводящих путей центральной нервной системы

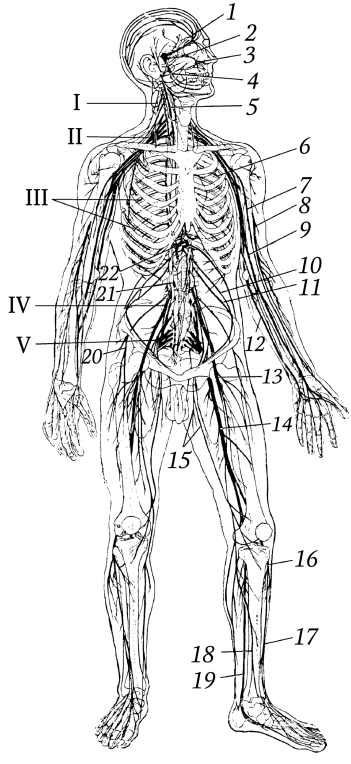
Ассоциативные пути обеспечивают связь между интеграционными центрами головного мозга, например, между мозжечком и корой полушарий большого мозга.

Эфферентные пути обеспечивают проведение нервного импульса от интеграционного центра до эффектора (рабочего органа). Эфферентные проводящие пути, берущие начало от нейронов коры полушарий большого мозга, называют корковыми. По своей форме большинство нейроцитов, образующих эти пути, являются пирамидными. В связи с этим *корковые пути* называют также *пирамидными*. Корковые пути обеспечивают выполнение сложных сознательных двигательных актов. Эфферентные проводящие пути, начинающиеся от нейронов стволовых интеграционных центров, называют *экстрапирамидными*. По этим путям проводятся нервные импульсы, обеспечивающие тонус мускулатуры и сложные безусловно-рефлекторные двигательные акты (бег, ходьба). Волокна как пирамидных, так и экстрапирамидных путей заканчиваются на клетках двигательных ядер передних рогов спинного мозга или на клетках двигательных ядер черепных нервов, от которых следуют к скелетным мышцам.

Глава 11

ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Периферическая нервная система — это совокупность нервных структур, расположенных за пределами спинного и головного мозга (рис. 90). Периферические нервы выполняют функцию проведения импульсов от органов чувств в центральную нервную систему, а также и от головного и спинного мозга — к исполнительным органам (например, к мышцам и железам).



По топографическому принципу выделяют *краниальный* (черепной) и *спинномозговой* (спинальный) отделы периферической нервной системы. По функциональному — *соматический* (иннервирующий сому — тело) и *вегетативный* (иннервирующий внутренние органы) отделы. Краниальный отдел представлен нервными структурами, замыкающимися на ствол головного мозга (черепные нервы, краниальные чувствительные узлы, нервные сплетения, органные нервы и нервные

Рис. 90. Периферическая нервная система. Схема:

I — шейное сплетение; II — плечевое сплетение; III — межреберные нервы; IV — поясничное сплетение; V — крестцовое сплетение; *1* — глазной нерв; *2* — верхнечелюстной нерв; *3* — нижнечелюстной нерв; *4* — лицевой нерв; *5* — блуждающий нерв; *6* — межреберный нерв; *7* — мышечно-кожный нерв; *8* — лучевой нерв; *9* — срединный нерв; *10* — подвздошно-паховый нерв; *11* — подвздошно-подчревный нерв; *12* — локтевой нерв; *13* — бедренный нерв; *14* — седалишный нерв; *15* — запирательный нерв; *16* — общий малоберцовый нерв; *17* — поверхностный малоберцовый нерв; *18* — глубокий малоберцовый нерв; *19* — большеберцовый нерв; *20* — латеральный кожный нерв бедра; *21* — симпатический ствол; *22* — чревное сплетение

окончания). Спинномозговой отдел представлен нервными структурами, замыкающимися на спинной мозг: спинномозговые нервы, чувствительные узлы спинномозговых нервов (спинномозговые узлы), ветви спинномозговых нервов, сплетения и органные нервы, нервные окончания).

По составу волокон различают двигательные, чувствительные, смешанные и вегетативные нервы. **Двигательный нерв** состоит из нервных волокон, образованных аксонами нервных клеток, расположенных в двигательных ядрах передних рогов спинного мозга или в двигательных ядрах черепных нервов. Они обеспечивают иннервацию скелетной мускулатуры.

Чувствительный нерв состоит из афферентных нервных волокон, являющихся периферическими отростками псевдоуниполярных или биполярных клеток, находящихся в составе спинномозговых узлов или чувствительных узлов черепных нервов. Они обеспечивают иннервацию кожи и слизистых оболочек.

Смешанный нерв может включать в различных сочетаниях и процентных соотношениях афферентные, эфферентные, симпатические или парасимпатические волокна.

ЧЕРЕПНЫЕ НЕРВЫ

Черепные нервы — это нервы анатомически и функционально связанные с головным мозгом. Различают 12 пар черепных нервов.

I пара, *обонятельные нервы*, — это несколько пучков (15—20), чувствительных нервных волокон, начинающихся от обонятельной области слизистой оболочки полости носа. Они проходят в полость черепа через решетчатую кость и заканчиваются на обонятельной луковице конечного мозга.

II пара, *зрительный нерв*, начинается от глазного яблока и идет к зрительному перекресту — несет импульсы от сетчатки глазного яблока в головной мозг.

III пара, *глазодвигательный нерв*, — обеспечивает иннервацию большинства мышц глазного яблока. Его парасимпатические волокна иннервируют ресничную мышцу и мышцу, суживающую зрачок (рис. 91).

IV пара, *блоковый нерв*, иннервирует верхнюю косую мышцу глазного яблока.

V пара — *тройничный нерв*, является смешанным по составу волокон. Пройдя чувствительный узел, он разделяется на три ветви: *глазной*, *верхнечелюстной* и *нижнечелюстной* нервы (см. рис. 91).

1. Глазной нерв обеспечивает чувствительную иннервацию слезной железы, слизистой оболочки полости носа, конъюнктивы глазного яблока, кожи лица выше глазной щели.

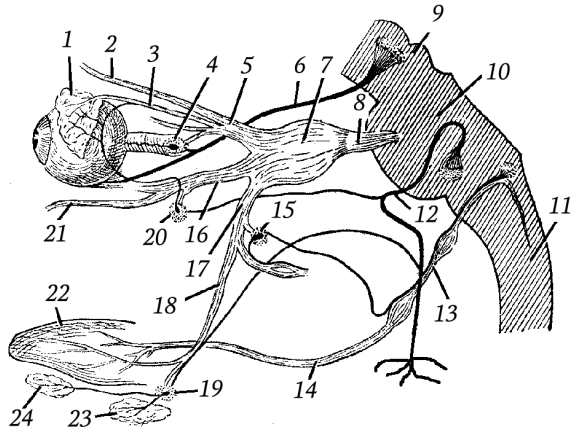


Рис. 91. Глазодвигательный, тройничный, лицевой и языкоглоточный нервы. Схема:
1 – слезная железа; *2* – лобный нерв; *3* – слезный нерв; *4* – ресничный узел; *5* – глазной нерв; *6* – глазодвигательный нерв; *7* – тройничный узел; *8* – тройничный нерв; *9* – средний мозг; *10* – мост; *11* – продолговатый мозг; *12* – лицевой нерв; *13* – языкоглоточный нерв; *14* – язычные ветви языкоглоточного нерва; *15* – ушной ганглий; *16* – верхнечелюстной нерв; *17* – нижнечелюстной нерв; *18* – язычный нерв; *19* – подчелюстной узел; *20* – крыловидно-небный узел; 21 – подглазничный нерв; *22* – язык; *23* – поднижнечелюстная железа; *24* – подъязычная железа

2. Верхнечелюстной нерв (чувствительный) иннервирует кожу скуловой и височной областей, кожу носа, нижнего века, верхней губы, зубы верхней челюсти, а также слизистую оболочку полости носа и неба.

3. Нижнечелюстной нерв содержит в своем составе не только чувствительные, но и двигательные волокна. Он обеспечивает общую чувствительность передних 2/3 языка, щеки, околоушной железы, капсулы височно-нижнечелюстного сустава и ушной раковины, зубов и десен нижней челюсти, кожи подбородка и нижней губы; мышечные (двигательные) ветви иннервируют жевательные мышцы.

VI пара, *отводящий нерв*, иннервирует латеральную прямую мышцу глазного яблока.

VII пара, *лицевой нерв*, — смешанный по составу волокон. Он обеспечивает парасимпатическую иннервацию слезной железы, желез неба и полости носа, поднижнечелюстной и подъязычной слюнных желез; вкусовую чувствительность передних 2/3 языка; мышечные (двигательные) ветви иннервируют мимические мышцы (рис. 92).

VIII пара, *преддверно-улитковый нерв*, (чувствительный) состоит из двух частей: *улитковой* (слуховой) и *преддверной* (вестибулярной). Он обеспечивает передачу импульсов от органа слуха и равновесия, расположенного внутри пирамиды височной кости к мосту.

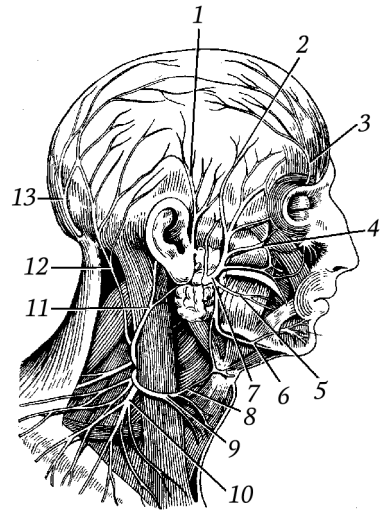


Рис. 92. Ветви лицевого нерва и шейного сплетения:

1 – ушно-височный нерв; *2* – височные ветви; *3* – лобный нерв; *4* – скуловые ветви; *5* – щечная ветвь; *6* – краевая ветвь нижней челюсти; *7* – околоушное сплетение; *8* – поверхностная шейная петля; *9* – поперечный нерв шеи; *10* – надключичные нервы; *11* – большой ушной нерв; *12* – малый затылочный нерв; *13* – большой затылочный нерв

IX пара, *языкоглоточный нерв*, является смешанным по составу волокон. Он отвечает за общую и вкусовую чувствительность задней 1/3 языка, чувствительную иннервацию слизистой оболочки глотки, нёбных миндалин, барабанной полости, слуховой трубы, парасимпатическую иннервацию околоушной железы.

X пара, *блуждающий нерв*, является смешанным по составу волокон. Он отдает чувствительные ветви к наружному уху, иннервирует гортань, слизистую оболочку и констрикторы глотки, его ветви обеспечивают чувствительную и парасимпатическую иннервацию органов грудной и брюшной полостей (кроме органов малого таза).

XI пара, *добавочный нерв*, иннервирует трапециевидную и грудино-ключично-сосцевидную мышцы.

XII пара, *подъязычный нерв*, иннервирует все мышцы языка.

СПИННОМОЗГОВЫЕ НЕРВЫ

Соответственно количеству сегментов спинного мозга выделяют 31 пару спинномозговых нервов: 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1 копчиковый. Со спинным мозгом каждый нерв связан передним и задним корешками. Задний корешок является чувствительным, передний корешок содержит двигательные и симпатические волокна. Практически в месте соединения корешков располагается чувствительный узел спинномозгового нерва (спинномозговой узел), лежащий в межпозвоночном отверстии. Он представляет собой скопление тел чувствительных нейронов.

На небольшом удалении от места образования спинномозговые нервы делятся на 4 ветви (рис. 93):

1) соединительная (симпатическая), обеспечивает соединение спинномозгового нерва с узлами симпатического ствола;

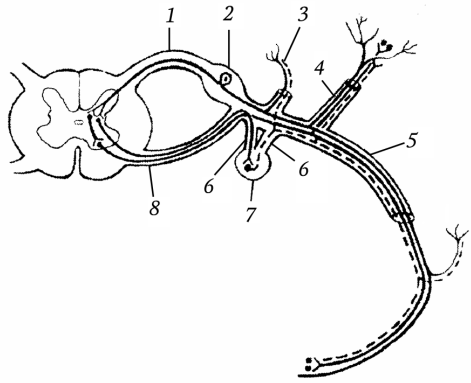


Рис. 93. Ветви спинномозгового нерва:

1 – задний корешок спинномозгового нерва; *2* – чувствительный узел спинномозгового нерва; *3* – менингеальная ветвь; *4* – задняя ветвь; *5* – передняя ветвь; *6* – соединительная ветвь; *7* – узел симпатического ствола; *8* – передний корешок спинномозгового нерва

2) менингеальная (чувствительная и симпатическая) — эти ветви посегментно иннервируют оболочки спинного мозга;

3) задняя (чувствительная, двигательная и симпатическая) — эти ветви посегментно иннервируют кожу и глубокие мышцы спины;

4) передняя (чувствительная, двигательная и соматическая) — эти ветви сохраняют сегментарный (полосочный) принцип иннервации только в грудном отделе. Передние ветви шейных, поясничных и крестцовых нервов формируют сплетения — шейное, плечевое, поясничное и крестцовое. Из сплетений выходят нервы (см. рис. 90).

Нервы *шейного сплетения* иннервируют кожу шеи, мышцы шеи и диафрагму. Самым крупным является диафрагмальный нерв.

Нервы *плечевого сплетения* иннервируют мышцы плечевого пояса, кожу и мышцы свободной верхней конечности. Основными нервами этого сплетения являются: подмышечный, лучевой, локтевой и срединный нервы.

Передние ветви грудных спинномозговых нервов называют *межреберными нервами*. Они сплетений не образуют, обеспечивая иннервацию кожи и мышц груди и верхних отделов брюшной стенки.

Нервы *поясничного сплетения* иннервируют кожу и мышцы нижней части живота, передней и медиальной областей бедра. Наиболее крупными ветвями сплетения являются бедренный и запирательный нервы.

Нервы *крестцового сплетения* иннервируют кожу и мышцы ягодичной области, задней области бедра, промежности, голени и стопы, основным из которых является самый крупный нерв тела человека — седалищный.

Как уже отмечалось, нервы по составу волокон могут быть чувствительными, двигательными или смешанными. Соответственно, функциональные нарушения определяются волоконным составом нерва (нарушается только чувствительность, работа мышц или то и другое одновременно). Травматическое или воспалительное повреждение нерва носит название — неврит или невралгия, которые всегда сопровождаются сильной болью, так как оболочки нерва имеют много болевых рецепторов. Профилактика повреждений и заболеваний периферической нервной системы основывается прежде всего на предупреждении травматизма и переохлаждений.

ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Вегетативная (автономная) нервная система обеспечивает иннервацию внутренних органов, желез, сосудов, гладкой мускулатуры и выполняет адаптационно-трофическую функцию. Также как и соматическая нервная система, она осуществляет свою деятельность посредством рефлексов. Например, при раздражении рецепторов желудка, через блуждающий нерв к этому органу поступают импульсы, усиливающие секрецию его желез и активирующие моторику. Как правило, вегетативные рефлексы не подконтрольны сознанию, т. е. происходят автоматически после определенных раздражений. Человек не может произвольно увеличивать или уменьшать частоту сердечных сокращений, усиливать или угнетать секрецию желез.

Также как и в простой соматической рефлекторной дуге, в составе вегетативной рефлекторной дуги имеются три нейрона. Тело первого из них (чувствительного или рецепторного) располагается в спинномозговом узле или в соответствующем чувствительном узле черепного нерва. Второй нейрон — ассоциативная клетка, лежит в вегетативных ядрах головного или спинного мозга. Вставочными нейронами для парасимпатической нервной системы служат ядра III, VII, IX и X пар черепных нервов, а также крестцовые парасимпатические ядра. Вставочными нейронами симпатической нервной системы служат ядра боковых рогов спинного мозга. Третий нейрон — эффекторный, находится за пределами центральной нервной системы в вегетативных узлах. Для парасимпатической нервной системы такими ганглиями являются интрамуральные (внутристеночные) — у блуждающего нерва и краниальные: ресничный — у глазодвигательного; крыловидно-небный и поднижнечелюстной — у лицевого; ушной — у языкоглоточного (см. рис. 91). Для симпатической нервной системы такими ганглиями являются: ганглии симпатического ствола и брюшного аортального сплетения (чревного — солнечного сплетения).

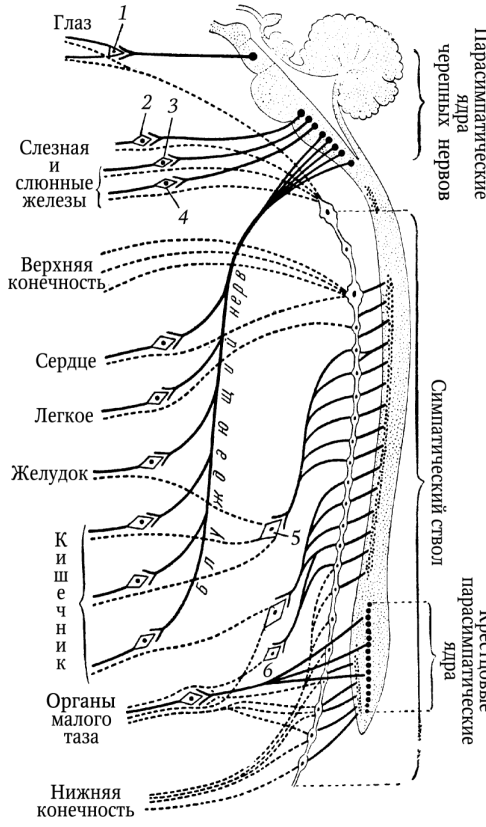


Рис. 94. Вегетативная нервная система. Схема:
1 – ресничный узел; *2* – крыловидно-небный узел; *3* – подъязычный узел; *4* – ушной узел; *5* – узлы чревного сплетения; *6* – тазовые внутренностные нервы

Таким образом, дуги соматических и вегетативных рефлексов различаются между собой местоположением эффекторного нейрона. В первом случае он лежит в пределах центральной нервной системы (двигательные ядра передних рогов спинного мозга или двигательные ядра черепных нервов), а во втором — на периферии (в вегетативных узлах).

Для вегетативной нервной системы также характерен сегментарный тип иннервации. Центры вегетативных рефлексов имеют определенную локализацию в центральной нервной системе, а импульсы к органам проходят через соответствующие нервы. Сложные вегетативные рефлексы выполняются с участием надсегментарного аппарата. Надсегментарные центры локализуются в гипоталамусе, лимбиче-

ской системе, ретикулярной формации, мозжечке и в коре полушарий большого мозга. О роли каждой из этих структур в вегетативной иннервации организма написано в соответствующих разделах.

Большинство внутренних органов имеют двойную вегетативную иннервацию — симпатическую и парасимпатическую (рис. 94). Так, возбуждение симпатической нервной системы вызывает учащение сердцебиений, уменьшение теплоотдачи, ослабление перистальтики и расширение зрачка. Возбуждение парасимпатической части вегетативной нервной системы, наоборот, приводит к урежению сердцебиений, увеличению теплоотдачи, усилению перистальтики, сужению зрачка и т. д. Согласованная работа двух противоположных по функции отделов нервной системы обеспечивает высокую адаптацию и приспособляемость организма к изменениям окружающей среды. Важную адаптационную роль выполняет симпатическая нервная система, обеспечивающая регуляцию тонуса сосудов.

ПОНЯТИЕ О МЕТАСИМПАТИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ

Относительно недавно учеными был выделен еще один отдел вегетативной нервной системы — метасимпатическая нервная система. Под ней понимают обширные нервные сплетения и микроскопические узлы, находящиеся в стенках полых органов, обладающих моторикой (пищевод, желудок, кишечник, мочевой пузырь, желчный пузырь и желчные протоки, маточные трубы).

Метасимпатические нервные узлы отличаются от парасимпатических по гистологическому строению, их нейроциты окружены соединительнотканной стромой, а в качестве медиаторов используется гамма-аминомасляная кислота (ГАМК) или пуриновые основания. Иногда эти узлы представлены всего 4—5 нейронами. Эти нейроциты способны без участия центральной нервной системы генерировать импульсы и посылать их на гладкомышечные клетки. Таким образом возникает перистальтика органа и сокращение его стенки. Нейроны метасимпатических узлов имеют связи с симпатической и парасимпатической частями вегетативной нервной системы, которые координируют частоту образования импульсов.

НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ФУНКЦИЙ ОРГАНОВ

Основную роль в регуляции деятельности внутренних органов, сердца, сосудов, желез играет вегетативная нервная система. При этом большинство эффектов симпатической и парасимпатической систем противоположны друг другу. К некоторым органам и тканям не подходят симпатические или парасимпатические волокна, их деятельность регулируется только одним из отделов вегетативной нервной

системой. К структурам, которые не подчиняются действию парасимпатической нервной системы относятся, например: артерии, пиломоторные мышцы, мышца, расширяющая зрачок, потовые железы.

В упрощенном виде основные симпатические и парасимпатические эффекты представлены в табл. 7.

Таблица 7

Состояние внутренних органов под влиянием вегетативной нервной системы

Орган	Симпатическая нервная система	Парасимпатическая нервная система
Артерии	Как правило, сужение	В большинстве органов отсутствие какого-либо эффекта
Сердце	Увеличение частоты и силы сердечных сокращений	Уменьшение частоты и силы сердечных сокращений
Бронхи	Расширение, уменьшение секреции бронхиальных желез	Бронхоспазм, увеличение секреции бронхиальных желез
Желудок и кишечник	Уменьшение секреции и моторики, сокращение сфинктеров	Усиление секреции и моторики, расслабление сфинктеров
Пищеварительные железы	Как правило, уменьшение секреции	Как правило, увеличение секреции
Мочеточник, мочевой пузырь	Расслабление	Сокращение
Зрачок	Расширение (за счет стимуляции мышцы, расширяющей зрачок)	Сокращение (за счет стимуляции сфинктера зрачка)
Цилиарная мышца	Расслабление	Сокращение
Потовые железы	Усиление секреции	Не иннервируются парасимпатической системой
Беременная матка	Сокращение	Выраженного эффекта нет

При этом необходимо отметить, что, как правило, симпатическая нервная система активируется при стрессах, активной деятельности. Парасимпатическая система, наоборот, преобладает в покое. Действительно, во время резкой перемены обстановки, в ситуациях, когда требуются значительные усилия, концентрация внимания, повышаются частота и сила сердечных сокращений, усиливается дыхание и т. д.

Таким образом, совместное действие симпатической и парасимпатической систем на орган обеспечивает его адекватное реагирование на изменение каких-либо внешних условий.

Глава 12

ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Высшая нервная деятельность (ВНД) — это деятельность коры больших полушарий головного мозга и подкорковых структур, обеспечивающая наилучшее приспособление организма человека к окружающей среде. ВНД можно определить также как совокупность безусловных и условных рефлексов.

Известно, что основную регуляторную роль в организме выполняет центральная нервная система (ЦНС). Деятельность ЦНС носит рефлекторный характер. Предположение о рефлекторном принципе работы центральной нервной системы высказал еще выдающийся французский ученый Рене Декарт. В 1863 году И. М. Сеченов обосновал связь сознания и мышления с рефлекторной деятельностью. Этому же ученому принадлежит открытие явлений торможения в ЦНС.

Основные положения, сформулированные И. М. Сеченовым, были подтверждены в работах академика И. П. Павлова. Большая часть его научных трудов была создана в стенах Военно-медицинской академии. Открытие И. П. Павловым условных рефлексов, разработка представлений о типах, физиологии и патологии высшей нервной деятельности заложили основу для дальнейших исследований в этой области. Он разделил все рефлекторные реакции организма на безусловные и условные.

БЕЗУСЛОВНЫЕ И УСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ

Как известно, *рефлекс* — это ответная реакция организма на раздражение, которая осуществляется с обязательным участием нервной системы. Выделяют два вида рефлексов: безусловные и условные.

Безусловные рефлексы являются врожденными, т. е. передающимися по наследству, сохраняющимися на протяжении всей жизни. Они сложились в процессе эволюции как приспособительные реакции. Для каждого безусловного рефлекса существуют свои рефлекторные дуги. Центральные их звенья имеют свою строго определенную локализацию в ЦНС.

Различают следующие безусловные рефлексы:

— жизненно необходимые (пищевые, защитные);

— социальные, возникающие при взаимодействии с другими особями (ориентировочные, половые);

— рефлексы саморазвития (исследовательские рефлексы), направленные на получение новых знаний об окружающем мире, освоение новых навыков, например, рефлекс «что такое?».

Приведем некоторые примеры безусловных рефлексов. Выделение слюны и увеличение секреции желудочного сока при поступлении пищи в ротовую полость называют, соответственно, безусловными слюно- и сокоотделительными рефлексами. К пищевым рефлексам относится и рефлекс сосания: при тактильном раздражении кожи в области губ младенца, он начинает имитировать сосательные движения. Отдергивание руки при контакте с горячим предметом, мигание при раздражении роговицы глаза относятся к защитным (оборонительным) рефлексам. При предъявлении какого-либо нового раздражителя возникает рефлекс, носящий название «что такое?». Он характеризуется переключением внимания на новый раздражитель, его изучение.

Сложнейшим видом безусловных рефлексов являются *инстинкты*. Это видовые стереотипные формы поведения, которые представляют собой, по сути, цепь безусловных рефлексов. При этом выполнение какого-либо действия приводит к началу следующего и т. д. К инстинктам можно отнести, например, постройку гнезда птицами и др.

Условные рефлексы — это рефлексы, приобретенные организмом на основе жизненного опыта. Они не передаются по наследству и являются строго индивидуальными, т. е. специфичными для каждого отдельного субъекта. Эти рефлексы необходимы для приспособления организма к изменяющимся условиям внешней среды. Они непостоянны: при изменении условий существования возникают новые и угасают старые, ненужные в данный момент, условные рефлексы.

Формирование условных рефлексов происходит с обязательным участием коры больших полушарий головного мозга. Образование их возможно только на базе врожденных безусловных рефлексов. Как уже упоминалось, выделение слюны и усиление секреции желудочного сока в ответ на контакт пищи с рецепторами полости рта (безусловный, адекватный раздражитель) является безусловным рефлексом. Если же испытуемому животному предъявлять какой-либо индифферентый сигнал, например, свет или определенный набор звуков, то усиления слюно- и сокоотделения, естественно, не происходит. Эти раздражители никак не связаны с приемом пищи, т. е. индифферентны. Если же перед каждым кормлением многократно предъявлять какой-либо из этих сигналов, то через определенное время слюно- и сокоотделение возникают сразу же после них, еще до принятия пищи. Данные сигналы будут являться

условными раздражителями. При образовании условных рефлексов возникает временная связь между центрами анализаторов и центрами безусловных рефлексов. Следовательно, после возбуждения определенным раздражителем коркового центра анализатора происходит и активация центра безусловного рефлекса.

Таким образом, для выработки условного рефлекса необходимо выполнение следующих условий:

1. Безусловный раздражитель должен быть сильнее условного, биологически более значимым.

2. Действие условного раздражителя должно предшествовать действию безусловного.

3. Многократная повторяемость действия условного и безусловного раздражителей.

4. Необходимо создание соответствующей обстановки, отсутствие отвлекающих посторонних раздражителей.

Следовательно, условный рефлекс — это приспособительная деятельность организма, осуществляемая высшими отделами центральной нервной системы путем образования временных связей между корковыми центрами анализаторов и центрами безусловных рефлексов. Условные рефлексы являются основой приобретенного индивидуального опыта организма. Они различаются между собой по сложности, значимости для организма. Условные рефлексы являются основой для формирования поведения человека и высших животных. Сравнительная характеристика безусловных и условных рефлексов приведена в табл. 8.

Таблица 8

Сравнительная характеристика безусловных и условных рефлексов

Безусловные рефлексы	Условные рефлексы
Видовые	Индивидуальные
Врожденные	Приобретенные
Сохраняются в течение жизни	При отсутствии повторения могут угасать
Передаются по наследству	Не наследуются
Возникают в ответ на адекватный раздражитель	Развиваются на индифферентный раздражитель
Замыкаются на уровне спинного мозга и ствола головного мозга	Обязательно участие коры больших полушарий головного мозга

По сложности условные рефлексы подразделяют на рефлексы первого, второго и более высоких порядков. Примерами рефлексов первого порядка являются уже рассмотренные нами слюно- и сокоотделительные. Если же к первоначальному условному раздражите-

лю (свет) добавлять другой раздражитель (звук), через некоторое время выделение слюны и желудочного сока будет наблюдаться уже после предъявления звука. Что уже является рефлексом второго порядка и т. д.

После образования и закрепления условный рефлекс может преобразоваться в автоматическое действие — навык. Например, обучение письму, игре на музыкальных инструментах, вождению автомобиля первоначально требуют от обучающегося большой концентрации внимания, занимают огромное количество времени. Когда же навык приобретен, человек уже не задумывается над тем, как написать ту или иную букву, какую педаль необходимо нажать, чтобы автомобиль остановился. Все эти действия он осуществляет уже автоматически.

Структурной основой ВНД является совокупность анатомически и функционально взаимосвязанных структур центральной нервной системы. Наличие большого количества предсуществующих морфологических рефлекторных дуг определяет существование уже с момента рождения множества безусловных рефлексов. Безусловные рефлексы замыкаются на уровне спинного мозга и ствола головного мозга. Важную роль играют также черепные и спинномозговые нервы. Следует отметить, что координируют безусловно-рефлекторную деятельность подкорковые и корковые образования.

Структурной основой психической деятельности человека является головной мозг. Гипоталамус и лимбическая система — одни из самых главных структур, отвечающих за эмоции и мотивации. Таламус выполняет функцию «фильтрации» всей чувствительной информации. Ретикулярная формация отвечает за активацию коры полушарий большого мозга, смену состояний бодрствования-сна.

Безусловно, главенствующая роль в психической деятельности принадлежит коре больших полушарий. Проекционные и ассоциативные центры, расположенные здесь, являются структурной основой различных психических функций, регулируют работу нижележащих отделов ЦНС. Базальные ядра, входящие в состав конечного мозга, отвечают за мышечный тонус и координацию автоматических движений.

Торможение в нервной системе. Условные рефлексы могут ослабевать или даже исчезать вообще. В основе этих процессов лежит торможение. Его можно определить как совокупность процессов в центральной нервной системе, вызывающих угасание условных рефлексов. Торможение делят на два вида: *внешнее* и *внутреннее*. Для примера рассмотрим условные слюно- и сокоотделительные рефлексы.

Внешнее торможение является безусловным, врожденным. Если после предъявления условного раздражителя возникает интенсивный сигнал (свет, звук, резкий запах), у испытуемого животного вызывается безусловный ориентировочный рефлекс («что такое?»). Слюно- и сокоотделение при этом не возникают. При неоднократном повторении таких ситуаций, выработанный условный рефлекс может ослабевать или даже полностью исчезнуть. Этот факт согласуется с *принципом доминанты*, сформулированным академиком А. А. Ухтомским, согласно которому главенствующий в данный момент очаг возбуждения подавляет все остальные и определяет характер ответной реакции организма.

Различают несколько видов внутреннего торможения: *угасательное*, *дифференцировочное*, *запаздывательное* и *условный тормоз*. Если животному с выработанным рефлексом на свет долгое время предъявлять условный раздражитель, не подкрепляя его безусловным (пищей), — через какое-то время слюно- и сокоотделения на свет происходить уже не будет. Это, так называемое, угасательное внутреннее торможение условного рефлекса. Временные связи при этом между центрами анализаторов и безусловных рефлексов ослабляются или даже исчезают вовсе. Дифференцировочное торможение развивается при неподкреплении раздражителей, близких по параметрам к условному раздражителю. Например, у животного выработался слюноотделительный рефлекс на определенный звуковой сигнал. Предъявление же другого звукового сигнала, не сильно отличающегося от первого, без подкрепления пищей приведет к тому, что животное перестанет реагировать на изначальный условный раздражитель. Запаздывательное торможение возникает при постепенном увеличении времени между условным раздражителем и подкреплением пищей. Условный тормоз вырабатывается при попеременном предъявлении подкрепляемого и неподкрепляемого условного раздражителя. При этом последнему предшествует добавочное раздражение. Через некоторое время добавочное раздражение вызывает прекращение слюно- и сокоотделения на условный раздражитель.

ПОНЯТИЕ О ПЕРВОЙ И ВТОРОЙ СИГНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Высшая нервная деятельность человека отличается от таковой у животных. Поведение животных значительно проще поведения людей. Опираясь на это, И. П. Павлов разработал учение о первой и второй сигнальных системах.

Первая сигнальная система имеется как у животных, так и у человека. Она обеспечивает конкретное предметное мышление, т. е.

анализ и синтез конкретных сигналов от предметов и явлений внешнего мира, поступающих в головной мозг через рецепторы органов чувств.

Вторая сигнальная система имеется только у человека. Ее возникновение связано с развитием речи. При восприятии произносимых слов органом слуха или при чтении возникает ассоциация с каким-либо предметом или действием, которое обозначает данное слово. Таким образом, слово является символом. Вторая сигнальная система связана с усвоением информации, поступающей именно в виде символов, в первую очередь — слов. Она делает возможным существование абстрактного мышления. Первая и вторая сигнальные системы находятся у человека в тесном и постоянном взаимодействии. Вторая сигнальная система появляется у ребенка позже первой. Развитие ее связано с обучением речи и письму.

Речь — уникальная способность человека к знаково-символическому отражению предметов окружающего мира. Именно речь формирует, по выражению И. П. Павлова, «специально человеческое высшее мышление». Именно слово является «сигналом сигналов», т. е. тем, что может вызвать представление о предмете без его предъявления. Речь делает возможным обучение без непосредственного обращения к изучаемым предметам. Она является высшей функцией центральной нервной системы, в первую очередь, коры больших полушарий головного мозга. Речь подразделяется на *устную* и *письменную*. Каждая из них имеет собственные корковые центры. Под устной речью понимают произношение определенных слов или других звуковых сигналов, имеющих определенное предметное значение. Письменная речь заключается в передаче какой-либо информации в виде запечатленных символов (букв, иероглифов и др. знаков) на определенном носителе (бумага, пергамент, магнитный носитель и др.). Развитие речи у ребенка — сложный и длительный процесс. В возрасте от 1 до 5 лет ребенок учится общаться с помощью слов. К 5—7 годам возможно овладение навыками письма и счета.

Таким образом, первая сигнальная система подразумевает под собой получение определенных жизненных навыков при непосредственном взаимодействии с окружающей средой без сознательной передачи полученного жизненного опыта от одного поколения к другому. Вторая сигнальная система заключается в восприятии окружающего мира как в непосредственном контакте с ним, так и при помощи осмысления различной информации, получаемой о нем. Эта информация может передаваться от одного индивидуума к другому, из поколения в поколение.

ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЯ

Электроэнцефалография (ЭЭГ) — метод регистрации биоэлектрической активности головного мозга. При выполнении данного исследования на кожу головы накладывают электроды, которые воспринимают колебания электрических потенциалов в головном мозге, которые усиливаются и регистрируются с помощью специальных устройств на носителе (например, бумаге). Записанная с помощью ЭЭГ биоэлектрическая активность головного мозга, как правило, имеет волновой характер (рис. 95). Эти волны имеют различную форму, частоту и амплитуду.

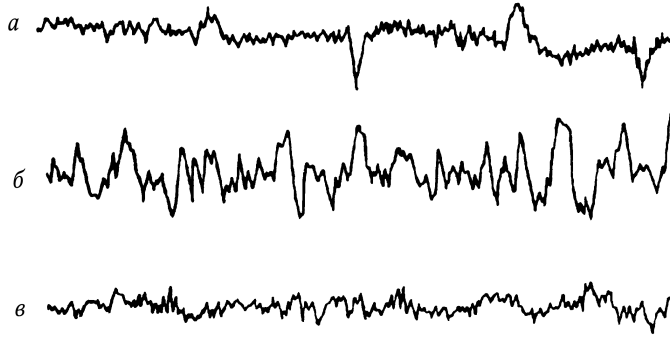


Рис. 95. Электроэнцефалограмма человека в периоды бодрствования и сна:
а – ЭЭГ в состоянии бодрствования; *б* – ЭЭГ в состоянии медленноволнового сна; *в* – ЭЭГ в состоянии быстроволнового сна

Метод электроэнцефалографии широко используется в клинической практике. С его помощью можно установить сторону поражения головного мозга, предположительную локализацию патологического очага, отличить разлитой патологический процесс от очагового. Неоценимо значение метода в диагностике эпилепсии.

ТИПЫ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Каждый человек индивидуален. Все люди различаются между собой не только физическими качествами, но и особенностями психики. Психика — отражение внутреннего мира человека. Основой ее существования является головной мозг. Именно он обеспечивает ту совокупность процессов, которые и формируют психику. Результатом психической деятельности является поведение человека, его реакции на те или иные ситуации.

Еще Гиппократ отметил различие между людьми в их поведении. Он связывал это с преобладанием в организме той или иной «жидкости»: крови, слизи, желчи и черной желчи. В настоящее время установлено, что данные различия в поведении обусловлены типами высшей нервной деятельности. Однако нельзя не отметить, что функционирование нервной системы, а, следовательно, и тип высшей нервной деятельности зависят и от гуморальных факторов — уровня гормонов и биологичеки активных веществ в крови.

Тип высшей нервной деятельности — преимущественно врожденные индивидуальные свойства функционирования центральной нервной системы. Не следует смешивать данное понятие с понятием темперамента. **Темперамент** — проявление в поведении человека типа его высшей нервной деятельности. Причем первое понятие является понятием физиологическим, а второе — в большей степени психологическим. И. П. Павлов считал, что основные типы ВНД совпадают с четырьмя типами темперамента, установленными еще Гиппократом.

Особенности нервных процессов, свойства ВНД определяют такие понятия, как *сила*, *уравновешенность* и *подвижность*. Сила определяется интенсивностью процессов возбуждения и торможения в головном мозге. Уравновешенность характеризуется их соотношением между собой. Подвижность — возможность смены процессов возбуждения процессами торможения.

По силе ВНД подразделяется на сильные и слабые типы. По уравновешенности — на уравновешенные и неуравновешенные. По подвижности — на подвижные и инертные.

В зависимости от особенностей нервных процессов выделяют четыре основных типа ВНД и четыре вида темперамента.

Как соотносятся различные типы ВНД и темпераменты видно из табл. 9.

Какие черты характеризуют каждый из обозначенных здесь видов темперамента? Холерики — это взрывчатые, очень эмоциональ-

Таблица 9

Соотношение типов высшей нервной деятельности и видов темперамента

Свойства ВНД	Типы высшей нервной деятельности			
Сила	Слабый	Сильный		
Уравновешенность	—	Неуравновешенный	Уравновешенный	
Подвижность	—	—	Инертный	Подвижный
Темперамент	Меланхолик	Холерик	Флегматик	Сангвиник

ные люди с легкой сменой настроения, чрезвычайно активны, энергичны, характеризуются быстротой реакции на различные стимулы. Сангвиники обладают большей уравновешенностью. Реакции сангвиников быстрые, настроение также довольно часто изменяется, однако реже, чем у холериков. Флегматики отличаются от всех других типов своим невозмутимым спокойствием, медлительностью, самообладанием. Настроение у них, как правило, устойчивое. Резкие, необдуманные реакции для них нехарактерны. Эмоциональные проявления минимальны. Меланхолики — эмоциональные, легкоранимые, впечатлительные, застенчивые люди. Настроение меланхолика, зачастую, подавленное.

Следует отметить, что четко разделить всех людей по четырем типам темперамента не представляется возможным. Гораздо чаще встречается сочетание черт того или иного темперамента.

Характер — совокупность устойчивых свойств личности, в которых выражаются способы его эмоционального реагирования и поведения; т. е. характер — это определенное сочетание психологических свойств личности. Характер человека формируется на основе врожденных индивидуальных свойств нервной системы под влиянием воспитания, окружающей обстановки. Окончательное становление характера происходит, как правило, к 23 — 25 годам, однако изменение его возможно и после этого возраста. Определенные особенности характера называются его чертами. К ним можно отнести скромность, застенчивость, самокритичность, аккуратность, мужество, лень, инфантильность, впечатлительность и т. д. У каждого человека эти и другие черты имеют различную выраженность. Следует отметить, что возможно самосовершенствование характера, выработка определенных черт, необходимых индивиду.

ПАМЯТЬ

Память — это совокупность процессов, обеспечивающих запоминание, сохранение, воспроизведение и (или) забывание информации, получаемой через сенсорные системы. Благодаря памяти человек может обучаться, приобретать свой индивидуальный жизненный опыт, знания. За организацию памяти отвечают различные структуры головного мозга. В первую очередь, это кора больших полушарий (височная доля), гиппокамп, таламус и др. анатомические образования. Емкость памяти человека составляет приблизительно 10^{13}—10^{16} бит. При этом активно используется лишь 5—10 % от ее объема. Наибольшего развития память достигает к 23—25 годам. В пожилом возрасте способность к запоминанию и воспроизведению информации постепенно ухудшается.

Классификация памяти довольно сложна и осуществляется по нескольким принципам:

1. По способу приобретения выделяют врожденную, приобретенную память и импринтинг. *Врожденная память* представляет собой набор безусловных рефлексов, имеющихся у организма. *Импринтинг* занимает промежуточное положение между врожденной и приобретенной памятью. Эта специфическая форма обеспечивает запоминание и узнавание родителей (формируется в раннем детстве). *Приобретенная память* — это информация, которую человек приобретает в течение своей жизни.

2. По модальности запоминаемой информации различают двигательную, эмоциональную, сенсорно-образную и символическую: словесную и логическую виды памяти. *Двигательная память* — это память на двигательные навыки, позу, положение тела. Она создает базу для автоматических действий: письмо, игра на музыкальных инструментах, трудовые навыки и т. д. *Эмоциональная память* — способность к воспроизведению ранее испытанных эмоций при возникновении ситуаций, схожих с уже пережитыми. Этот вид памяти сохраняет пережитые человеком чувства. *Сенсорно-образная память* — память зрительная, слуховая, обонятельная и др. Она сохраняет информацию об образе: лица людей, музыкальные мелодии, запахи, художественные картины и др. *Символическая память* подразделяется на словесную и логическую. Словесная обеспечивает запоминание и воспроизведение информации, передаваемой словами, например, при чтении, разговоре. Логическая (смысловая) память связана с запоминанием лишь смысла сообщений, без учета деталей, конкретной последовательности слов.

3. По наличию или отсутствию волевого компонента память может быть произвольной и непроизвольной. *Произвольная память* — запоминание информации, необходимой для человека. Она возникает при необходимости запомнить конкретную информацию и всегда сопровождается наличием цели. Произвольная память тесно связана с вниманием и волей. Она необходима для получения профессионального опыта, специальных знаний и т. д. *Непроизвольная память* не имеет цели. Однако благодаря ей формируется основная часть жизненного опыта человека.

4. По длительности хранения информации память бывает иконической, кратковременной и долговременной (в том числе вечной). *Иконическая память* осуществляет мгновенное запечатление информации. Сохраняемый в ней образ максимально точен, однако время его существования измеряется долями секунды (0,1—0,5 с). За счет иконической памяти сохраняется, например, зрительный образ при морга-

нии. *Кратковременная память* (в том числе и оперативная) обеспечивает возможность воспроизведения информации в течение короткого промежутка времени (от 20 с до нескольких минут). *Долговременная память* сохраняет информацию на часы, дни, недели, месяцы и годы. Для запечатления в ней информации, как правило, необходим произвольный характер запоминания, многократное повторение материала. Долгий след в памяти оставляют также события, имевшие яркий эмоциональный оттенок, большую значимость для человека.

Различают следующие основные этапы запоминания какой-либо информации:

1) ознакомление с информацией;
2) повторение;
3) запоминание;
4) хранение;
5) воспроизведение или забывание.

Механизмы запоминания чрезвычайно сложны и до сих пор еще нет четкой единой теории, объясняющей данный процесс. Некоторые ученые утверждают, что в центральной нервной системе возникает многократно повторяющаяся циркуляция нервного импульса. Другие объясняют механизм запоминания синтезом специфических веществ (белки, РНК), химическими изменениями в нейронах.

Та информация, которая не имеет значения для человека или не воспроизводится длительное время, забывается. Забывание предохраняет память от чрезмерного ее переполнения несущественной информацией. Утрата памяти на события в определенный промежуток времени называется амнезией. Амнезия может развиваться при черепно-мозговых травмах, различных заболеваниях головного мозга.

ВНИМАНИЕ

Внимание — это направленность сознания человека на определенные объекты и явления окружающей действительности при одновременном частичном или полном отвлечении от всего остального. Без внимания обучение новым навыкам было бы невозможно. Умение сконцентрировать внимание является залогом успешной деятельности. Сосредоточенность и концентрация внимания обеспечивают наилучшее запоминание изучаемого материала. Необходимый уровень внимания достигается активацией ЦНС. По принципу доминанты академика А. А. Ухтомского, наиболее актуальная на данный момент потребность определяет направленность внимания.

Внимание подразделяется на произвольное и непроизвольное. *Непроизвольное внимание* привлекают неожиданные, новые и интен-

сивные раздражители. Концентрация на них была названа И. П. Павловым ориентировочным рефлексом, или рефлексом «что такое?». *Произвольное внимание* характеризуется концентрацией на сознательно выбранный объект, в т. ч. учебный материал. Произвольное внимание всегда имеет определенную цель. Однако для него, особенно при необходимости длительной концентрации, необходимо значительное волевое усилие.

Существует несколько характеристик внимания. Однако основными можно назвать устойчивость, концентрацию, переключаемость. Устойчивость внимания определяется временем, в течение которого оно может быть направлено на тот или иной объект. Концентрация внимания характеризуется степенью сосредоточенности на каком-либо объекте. Концентрация и устойчивость внимания два тесно связанных друг с другом понятия. Максимальными они бывают при направленности на интересующий, актуальный (доминантный), важный для человека объект. Переключаемость внимания характеризует возможность быстрой смены объекта внимания. Это свойство должно быть хорошо развито, например, у водителей, летчиков. Именно им необходимо быстро переключаться на новые объекты, появляющиеся в поле зрения и одновременно следить за показаниями приборов.

МЫШЛЕНИЕ

Мышление — психическая деятельность человека, направленная на обобщенное и опосредованное познание действительности путем раскрытия связей и отношений между познаваемыми явлениями. Мышление позволяет человеку предсказывать результаты своих действий, моделировать какие-либо события, решать определенные задачи, проблемные ситуации, выделять общие черты и различия в группе близких явлений и предметов. Полноценное мышление было бы невозможно без развития речи. В основе мышления лежит интеллект. Результатом его является слово, умозаключение или действие.

Выделяют несколько видов мышления. *Наглядно-действенное мышление* направлено на решение задач, действия с конкретными предметами. Этот тип мышления присущ также некоторым видам высших животных. *Наглядно-образное мышление* — осуществление мыслительных операций над образами предметов и объектов без непосредственного их участия. *Абстрактно-логическое мышление* осуществляется с помощью языка. Этот вид позволяет познать человеку отдельные свойства и качества вне их связи с другими особенностями предметов и явлений.

ЭМОЦИИ

Эмоции можно определить как внутренние переживания человека, отражающие его отношение к событиям, явлениям окружающего мира, другим людям, проявляющиеся определенным поведением.

Внутренние переживания человека — это то, что он чувствует. Внутренние переживания можно описать словами: например, любовь и ненависть, радость и горе, симпатия и отвращение, вина и стыд, интерес и страх. Однако каждый человек испытывает эти чувства по-своему, они субъективны. В зависимости от отношения человека, испытываемые им эмоции, могут иметь различную окраску. Они могут быть положительными (радость, интерес) или отрицательными (страх, отвращение).

Изменения в поведении могут иметь различный характер в зависимости от силы испытываемой эмоции. Некоторые эмоции могут побуждать человека на определенные действия, повышают или, наоборот, понижают его активность, работоспособность. Наиболее заметным отражением эмоций являются изменения мимики: улыбка как проявление радости, нахмуривание бровей при получении нежелательной информации и т. д. Эмоции могут проявляться также в изменении работы тех или иных систем организма. В зависимости от силы испытываемой эмоции могут изменяться частота сердечных сокращений, частота дыхания. Некоторые из них могут проявляться изменением окраски кожных покровов, в особенности кожи лица, например, стыд может вызвать покраснение щек и т. д.

СОН

На протяжении всей жизни человека происходит постоянная смена двух состояний: бодрствования и сна. Сон представляет собой периодически наступающее особое функциональное состояние организма, характеризующееся выключением сознания, относительной обездвиженностью, снижением мышечного тонуса и электрической активности мозга, специфическими вегетативными реакциями. Во время сна человек недоступен для общения, внешние раздражители воспринимаются им очень слабо (если они не слишком интенсивны). Сон дает возможность полноценного отдыха для всех органов и систем организма. Считается, что в среднем две трети жизни человек бодрствует, а одну треть занимает сон. Во время бодрствования человек выполняет физическую работу, обучается, активно отдыхает. При этом состоянии повышена функциональная активность головного мозга. Сон и бодрствование имеют свои характерные картины ЭЭГ.

И. П. Павлов считал сон охранительным торможением ЦНС. Это торможение, по его мнению, необходимо организму для профилактики истощения, профилактики утомления структур центральной нервной системы. Сон — физиологическая потребность организма, обеспечивающая восстановление сил, полноценный отдых. Если человек недосыпает, то уменьшается его работоспособность, снижается внимание. Отсутствие сна в течение 2—3 суток приводит к нарушениям речи, появлению галлюцинаций, другим психическим расстройствам. В экспериментах на животных лишение сна в течение 5—12 суток сопровождалось их гибелью. Таким образом, сон является жизненно необходимым состоянием.

Продолжительность нормального сна взрослого человека в среднем составляет 8 часов. У детей его продолжительность значительно больше. Например, в возрасте до года ребенок спит большую часть суток. В четыре года — в среднем 10—12 ч.

В нормальном сне выделяют периоды медленного (медленноволнового, ортодоксального) и быстрого (парадоксального) сна. Эти периоды поочередно сменяют друг друга. За их смену отвечают различные структуры в ЦНС.

Медленноволновый сон составляет около 80 % общего времени сна. Длительность каждого отдельного его периода колеблется от 60 мин до 90 мин. В эти периоды уменьшается частота сердечных сокращений, частота дыхания, снижается обмен веществ, температура тела. У некоторых людей медленный сон может сопровождаться появлением храпа. Изменения на электроэнцефалограмме в периоды медленного сна характеризуются наличием волн низкой частоты и высокой амплитуды (см. рис. 95).

Периоды медленного сна сменяются периодами быстрого сна. *Быстроволновый сон* называют стадией быстрых движений глаз (БДГ): за закрытыми веками, на фоне расслабления мышц, можно заметить быстрые движения глазных яблок. В стадию БДГ учащается дыхание, ускоряется сердечный ритм. Эта стадия продолжается в среднем 15—20 мин, после чего опять наступает медленный сон. Общая продолжительность быстроволнового сна составляет около 1,5—2 ч. Изменения на электроэнцефалограмме характеризуются появлением быстрых волн малой амплитуды, напоминающих таковые при бодрствовании. В этом и заключается парадоксальность быстроволнового сна: человек спит, а активность мозга соответствует бодрствованию. Существует предположение, что во время стадии БДГ происходит упорядочение информации, полученной за день. При этом информация, не являющаяся необходимой для человека, подлежит забыванию. Именно в этот период человек переживает яркие и эмоциональные сновидения. Если его разбудить в стадию БДГ, то почти наверняка он сможет рассказать, что видел во сне.

Лишение периода быстрого сна приводит к возникновению различных психических изменений: ухудшается память, человек становится раздражительным.

Сновидения всегда интересовали человечество. В разные времена и в разных странах возникали различные трактования сновидений, люди пытались предсказывать с их помощью свое будущее. Слуховые, зрительные и тактильные образы, возникающие во время них, исходят как бы «изнутри». Существует предположение, что во время сновидений человек заново переживает то, что уже когда-то видел, слышал или испытывал, однако в весьма своеобразном хронологическом порядке. И. М. Сеченов считал сновидения «небывалыми комбинациями бывалых впечатлений». Некоторые ученые предполагают, что существует связь между тем, как человек оценивает события дня и что он видит во сне. З. Фрейд выдвинул предположение, что сновидения отражают скрытые желания человека. Восстановление хронологических событий, видимых во сне, Фрейд ввел как один из методов психоанализа.

Существуют различные расстройства сна. Одним из основных является бессонница. Ею страдают около 10 % людей. Одной из тяжелых форм расстройств сна является сомнамбулизм (лунатизм). Это состояние характеризуется тем, что человек встает с постели, разгуливает по спальне и дому, не просыпаясь. При пробуждении же он не может вспомнить об этом факте.

Различные нарушения сна негативно сказываются на состоянии всего организма, так как сон является физиологически необходимым процессом. Отсутствие нормального сна означает отсутствие полноценного отдыха, что приводит к различным расстройствам психической и трудовой деятельности человека. Лечение расстройств сна необходимо проводить только под наблюдением врача. Категорически противопоказано самостоятельное применение седативных (снотворных) препаратов, так как они обладают огромным количеством побочных эффектов, о которых знает только врач-специалист.

За смену состояний сна и бодрствования ответственны некоторые структуры ЦНС, в частности, ретикулярная формация.

ФИЗИОЛОГИЯ ТРУДА

Труд, в зависимости от объекта деятельности, можно подразделить на умственный и физический. Физический труд характеризуется значительным мышечным напряжением. Он требует затраты большого количества энергии. Человек, выполняющий тяжелую физическую работу, должен получать соответствующее его энергетическим затратам питание.

Умственный труд характеризуется постоянным напряжением внимания, обращением к памяти, использованием мышления. Умственный труд также характеризуется определенным эмоциональным напряжением. Накапливаясь, оно может переходить в особое стрессовое состояние.

Для максимальной производительности своего труда человек должен выполнять определенные правила. Практически все они направлены на профилактику утомления и переутомления.

Под утомлением понимают уменьшение работоспособности, вызванное более или менее длительной работой. Утомление является нормальной реакцией организма на любую деятельность. Это состояние необходимо для тренировки организма к тем или иным видам деятельности. И. М. Сеченов доказал, что при выполнении физической работы утомление в первую очередь развивается в нервных структурах, а не в мышцах. Это обусловлено истощением запасов медиаторов в синапсах. Полноценный отдых полностью ликвидирует утомление, однако если это условие невыполнимо, возникает переутомление.

Переутомление — совокупность стойких функциональных нарушений в организме человека, возникающих в результате многократно повторяющегося чрезмерного утомления, не исчезающих во время отдыха и являющихся неблагоприятными для здоровья. Переутомление приводит к резкому снижению работоспособности, уменьшению внимания, памяти, психоэмоциональным расстройствам. Для коррекции возникающих расстройств требуется вмешательство специалистов и применение адекватных физиотерапевтических и фармакологических средств.

Избежать быстрого развития утомления и переутомления возможно при выполнении ряда условий.

Во-первых, для максимальной эффективности работы требуется создание соответствующих условий деятельности. Например, для умственного труда необходимо создание оптимального освещения, желательно отсутствие отвлекающих от работы шумов. При этом рекомендуется вначале выполнять более трудную работу, а потом — более легкую, вначале — письменные задания, а потом — устные;

Во-вторых, в процессе работы следует периодически отдыхать. Отдых может быть активным (физические упражнения, спорт) или пассивным (отдых не связанный с физической активностью). Желательно, чтобы отдых заключался в смене деятельности. Например, если человек занимается умственным трудом, то отдых целесообразно проводить в виде различных физических упражнений.

В-третьих, наилучшая работоспособность обеспечивается соблюдением режимов труда, отдыха и питания. Адекватное энергозатратам питание, пища богатая витаминами и минеральными веще-

ствами, своевременная смена труда отдыхом обеспечивают наилучшее приспособление человека к условиям его повседневной деятельности.

В-четвертых, необходимо обеспечить нормальный по продолжительности сон. Здоровый сон — залог высокой работоспособности в течение последующего дня.

В-пятых, физические тренировки, закаливание позволяют максимально подготовить организм к будущим нагрузкам.

Необходимо также упомянуть о вредном влиянии на нервную систему курения, употребления алкогольных напитков и наркотических средств.

Содержащиеся в табачном дыме смолы отрицательно действуют на дыхательную и пищеварительную систему. Никотин, попадая в кровь, оказывает действие на другие органы и системы. Он влияет на артериальное давление, сосудистый тонус. Действие на головной мозг никотина характеризуется ухудшением со временем внимания, памяти, мышления. Длительное курение приводит к формированию у человека психической зависимости.

Употребление спиртных напитков еще сильнее влияет на нервную систему. Алкоголь убивает нервные клетки головного мозга. Даже при несильном алкогольном опьянении, в первую очередь, страдают нейроны коры полушарий большого мозга и мозжечка. Поэтому у человека в состоянии опьянения изменяется настроение, память, внимание, страдает координация движений. Алкоголь уже вызывает не только психическую, но и физическую зависимость.

Наркотические вещества (героин и др.) действуют на нервную систему еще более угнетающе. Зависимость от них (как психическая, так и физическая) возникает в чрезвычайно короткие сроки. Через некоторое время возникает гибель многих клеток центральной нервной системы. Резко снижается память, внимание, ухудшается мышление, страдает воля. Наркоманы становятся агрессивными, раздражительными. Основной целью их жизни становится добывание очередной дозы наркотических средств.

Таким образом, соблюдение здорового образа жизни и отсутствие вредных привычек создают благоприятные условия для полноценной работы центральной нервной системы.

Глава 13

ОРГАНЫ ЧУВСТВ. АНАЛИЗАТОРЫ

Органы чувств — это специализированные органы, способные с помощью рецепторов воспринимать информацию об окружающем мире из внешней среды. Рецепторы, воспринимающие определенный вид раздражений (световые, звуковые, обонятельные, температурные и т. д.) возникли в ходе эволюции. Они сконцентрировались в определенных органах. Например, рецепторы, воспринимающие зрительные ощущения — в глазном яблоке; тактильные и температурные ощущения — в коже и т. д. В этих органах постепенно формировались вспомогательные аппараты, улучшающие восприятие раздражений из внешней среды или защищающие рецепторы от чрезмерно сильных раздражений. Так, в органе зрения появились мышцы, позволяющие вращать глазное яблоко, веки и ресницы, слезный аппарат, обеспечивающие защиту глаз от механических, химических и чрезмерно сильных световых раздражений и т. д.

В организме человека существует 6 специализированных органов чувств:

1) орган зрения — воспринимает световые раздражения;
2) орган слуха — воспринимает звуковые раздражения;
3) орган равновесия — воспринимает вестибулярные раздражения;
4) орган обоняния — воспринимает запахи;
5) орган вкуса — воспринимает вкус;
6) соматосенсорные органы (кожа и мышцы) — воспринимают тактильные раздражения (осязание), боль, температуру, чувство веса, давления, вибрации и положение частей тела в пространстве.

Все органы чувств обеспечивают получение нервными центрами головного мозга различной информации из внешней среды, которая отражается в сознании в виде субъективных образов — ощущений или представлений. Благодаря поступающей в головной мозг информации, человек ориентируется в окружающей обстановке и приспосабливается к ее изменениям. Органы чувств представляют собой периферические отделы анализаторов.

Анализатор — это совокупность нервных структур, обеспечивающих восприятие раздражений из внешней среды, преобразование энергии раздражения в нервные импульсы, проведение нервных импульсов до соответствующих нервных центров в головном мозге

и анализ поступившей информации. В соответствии с определением анализатора в его состав входят:

1) периферическая часть (рецепторная) — орган чувств;

2) проводящие афферентные пути, обеспечивающие проведение нервных импульсов до нервных центров;

3) подкорковые и корковые нервные центры, где воспринимается и анализируется соответствующий нервный импульс.

Учение об анализаторах разработал выдающийся отечественный физиолог И. П. Павлов. Соответственно органам чувств различают анализатор зрения, слуха, вестибулярных функций, обоняния, вкуса и соматосенсорного чувства.

ОРГАН ЗРЕНИЯ

Орган зрения играет важнейшую роль во взаимодействии человека с окружающей средой. С его помощью к нервным центрам поступает до 90 % информации о внешнем мире. Он обеспечивает восприятие света, его цветовой гаммы и ощущение пространства. Благодаря тому, что орган зрения является парным и подвижным, восприятие зрительных образов осуществляется объемно, то есть не только по площади, но и по глубине.

Орган зрения включает *глазное яблоко* и *вспомогательные органы глаза*. В свою очередь, орган зрения является составной частью зрительного анализатора, который кроме указанных структур предусматривает проводящий зрительный путь, подкорковые и корковые центры зрения.

Глазное яблоко

Глазное яблоко имеет форму шара. Стенка глазного яблока образована тремя оболочками: наружной — фиброзной, средней — сосудистой, внутренней — сетчатой (рис. 96). Оболочки последовательно окружают друг друга, располагаясь вокруг структур, составляющих ядро (табл. 10).

1. **Фиброзная оболочка** выполняет формообразующую (каркасную) и защитную функции. Передняя прозрачная часть этой оболочки называется роговицей, а задняя, белесоватая по цвету — склерой или белочной оболочкой.

Роговица занимает по площади 1/6 часть глазного яблока. Она имеет форму часового стекла, выпуклостью обращена кпереди, имеет толщину 1 мм. Основными свойствами роговицы являются: прозрачность, равномерная сферичность, высокая чувствительность и

Таблица 10

Классификация структур зрительного анализатора

Зрительный анализатор			
Глазное яблоко		Вспомогательные органы глазного яблока	Проводящий зрительный путь и центры зрения
Оболочки	Ядро		
Фиброзная оболочка глазного яблока: 1) склера; 2) роговица Сосудистая оболочка глазного яблока: 1) сосудистая оболочка; 2) ресничное тело; 3) радужка Внутренняя (чувствительная) оболочка глазного яблока — сетчатка	Водянистая влага: 1) передняя камера глазного яблока; 2) задняя камера глазного яблока Хрусталик Стекловидное тело	Надкостница глазницы Соединительнотканная оболочка глазного яблока Жировое тело глазницы Мышцы глазного яблока Веки Конъюнктива Слезный аппарат	Проводящий путь: 1) зрительный нерв; 2) зрительный перекрест; 3) зрительный тракт; 4) зрительная лучистость Подкорковые центры зрения: 1) верхний холмик среднего мозга; 2) латеральное коленчатое тело; 3) задние ядра таламуса Корковые центры зрения — затылочная доля: шпорная борозда

высокая преломляющая способность (42 диоптрии). Роговица выполняет защитную и оптическую функции. Защитная функция заключается в механической защите структур глазного яблока и формировании так называемого роговичного рефлекса: мигание и (или) выделение слезы при попадании пыли или других инородных частиц. Оптическая функция заключается в прохождении и преломлении лучей света.

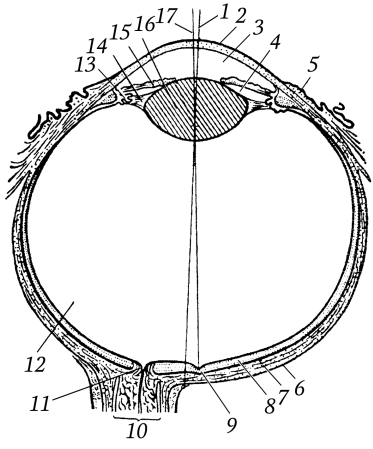


Рис. 96. Строение глазного яблока. Схема:
1 – анатомическая ось глазного яблока; *2* – роговица; *3* – передняя камера; *4* – задняя камера; *5* – конъюнктива; *6* – склера; *7* – сосудистая оболочка; *8* – сетчатка; *9* – желтое пятно; *10* – зрительный нерв; *11* – слепое пятно; *12* – стекловидное тело; *13* – ресничное тело; *14* – циннова связка; *15* – радужка; *16* – хрусталик; *17* – оптическая ось глазного яблока

Наиболее часто встречающимися поражениями роговицы яв-

ляются ее помутнение и астигматизм. Помутнение роговицы (бельмо) возникает при попадании в глаз химических веществ, при тяжелых ожогах и травмах роговицы. Астигматизм развивается при неравномерной и неправильной сферичности роговицы. Такая форма роговицы может быть врожденной или приобретенной в результате травмы или заболевания. При этом состоянии роговица неодинаково преломляет световые лучи в вертикальной и горизонтальной плоскостях, в результате чего изображение в искаженном виде фокусируется на сетчатку. Такое нарушение устраняют с помощью специальных очков, которые подбирают в зависимости от степени изменений кривизны роговицы.

Склера (белочная оболочка состоит из плотной соединительной ткани, почти лишена сосудов и нервных окончаний. Она придает форму глазному яблоку и является местом прикрепления мышц глазного яблока.

2. **Сосудистая оболочка** прилежит к внутренней поверхности склеры. В ней выделяют три части: радужку, ресничное тело и собственно сосудистую оболочку.

Радужка — это передняя часть сосудистой оболочки. Она видна через роговицу в виде диска с отверстием в центре. Это круглое по форме отверстие носит название — зрачок. Диаметр зрачка за счет мышц радужки (мышцы, суживающая и расширяющая зрачок) изменяется в зависимости от освещенности: при сильном освещении он узкий; при слабом — широкий. Кроме мышц в радужке находятся сосуды и большое количество пигмента, который определяет цвет глаз. Радужка — это специфическая диафрагма глаза, регулирующая количество света, поступающего на сетчатку.

Ресничное тело — это утолщенная часть сосудистой оболочки, расположенная позади радужки. Ресничное тело продуцируют внутриглазную жидкость (водянистую влагу), а расположенная внутри ресничная мышца напрягает и расслабляет циннову связку, окружающую хрусталик тем самым обеспечивая изменение кривизны хрусталика (аккомодацию). Это необходимо для фокусировки изображения на сетчатку при приближении или отдалении предмета.

Собственно сосудистая оболочка представлена сплетениями сосудов (артерий и вен), расположенными в рыхлой соединительной ткани.

3. **Внутренняя (сетчатая) оболочка** плотно прилежит к внутренней поверхности сосудистой оболочки. В ней находятся фоторецепторные клетки — палочки и колбочки, нервные и пигментные клетки. Палочки покрывают почти всю сетчатку за исключением «слепого» пятна — места выхода зрительного нерва (диск зрительного нерва). Они обеспечивают черно-белое (ночное) зрение. Колбочки

сосредоточены на сетчатке преимущественно в области желтого пятна. Они отвечают за дневное (цветовое) зрение. При раздражении палочек и колбочек возникают нервные импульсы, которые передаются на нервные клетки сетчатки. Отростки этих клеток формируют зрительный нерв. По нему нервные импульсы направляются в подкорковые центры зрения, расположенные в среднем и промежуточном мозге, и далее в зрительные центры коры полушарий большого мозга затылочной доли.

Содержимым глазного яблока, составляющим его *ядро*, являются: водянистая влага, хрусталик и стекловидное тело. Они выполняют светопроводящую и светопреломляющую функции.

1. **Водянистая влага** вырабатывается ресничным телом, заполняя переднюю и заднюю камеры. Она обеспечивает прохождение света и питание роговицы и хрусталика. В норме количество образовавшейся водянистой влаги строго соответствует количеству оттекающей. При нарушении оттока водянистой влаги возникает повышение внутриглазного давления — глаукома. При несвоевременном лечении данное состояние может привести к слепоте.

2. **Хрусталик** обеспечивает аккомодацию глазного яблока, преломляя световые лучи с силой в 20 диоптрий. При помутнении хрусталика развивается катаракта.

3. **Стекловидное тело** является оптической средой, обеспечивающей проведение света к сетчатке.

К *вспомогательному аппарату глазного яблока* относят мышцы, слезный аппарат, оболочки и клетчатку глазничного органокомплекса, конъюнктиву, брови, веки и ресницы.

1. **Мышцы глазного яблока** обеспечивают его подвижность. Различают четыре прямых мышцы: верхнюю, нижнюю, латеральную и медиальную, и две косых — верхнюю и нижнюю (рис. 97). Прямые мышцы обеспечивают движение глазного яблока в свою сторону, верхняя косая вращает его вниз и латерально, нижняя косая — вверх и латерально.

2. **Слезный аппарат** представлен слезной железой и слезными путями (рис. 98). Слезная железа расположена в верхнелатеральном углу глазницы. Она выделяет слезу, богатую лизоцимом. Лизоцим выполняет бактерицидную функцию. Кроме того, слеза обеспечивает смачивание роговицы — препятствует ее воспалению, удаляет с ее поверхности частицы пыли и участвует в обеспечении ее питания. Слеза оттекает в слезное озеро — расширение в медиальном углу глаза. Затем по слезным канальцам она направляется в слезный мешок и по носослезному протоку выводится в полость носа — в нижний носовой ход.

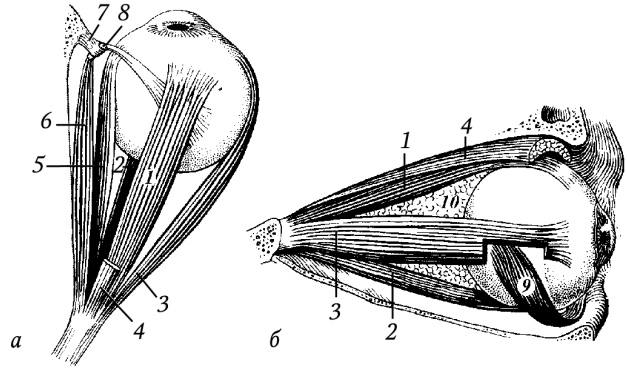


Рис. 97. Мышцы глазного яблока: *а* – вид сверху; *б* – вид сбоку:
1 – верхняя прямая мышца; *2* – нижняя прямая мышца; *3* – латеральная прямая мышца; *4* – мышца, поднимающая верхнее веко; *5* – медиальная прямая мышца; *6* – верхняя косая мышца; *7* – блоковая ость; *8* – сухожилие верхней косой мышцы; *9* – нижняя косая мышца; *10* – жировое тело глазницы

3. К **оболочкам** и **клетчатке** глазничного органокомплекса относят: надкостницу глазницы, жировое тело глазницы, соединительнотканную оболочку глазного яблока. Последняя окружает глазное яблоко в виде футляра; через нее проходят: зрительный нерв, мышцы глазного яблока, сосуды и нервы. Жировое тело расположено преимущественно в области заднего полюса глазного яблока.

4. **Конъюнктива** представляет собой разновидность слизистой оболочки, покрывающей всю заднюю поверхность верхнего и нижнего век, а также переднюю поверхность глазного яблока. Роговица конъюнктивой не покрыта.

5. **Веки** образованы кожей, вековой частью круговой мышцы глаза, а также конъюнктивой — слизистой оболочкой, покрывающей внутреннюю поверхность век и переднюю часть склеры. Веки выполняют защитную функцию, обеспечивают равномерное распределение слезной жидкости. Воспаление век носит название блефарит.

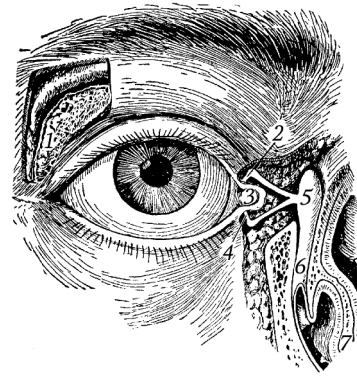


Рис. 98. Слезный аппарат:
1 – слезная железа; 2 – верхний слезный каналец; 3 – слезное озеро; 4 – нижний слезный каналец; 5 – слезный мешок; 6 – носослезный проток; 7 – нижняя носовая раковина

6. **Брови и ресницы** — это короткие щетинковые волосы. При мигании ресницы задерживают крупные частицы пыли, а брови способствуют отведению пота в латеральном и медиальном направлении от глазного яблока. Они выполняют и косметическую функцию.

Проводящие пути и нервные центры зрительного анализатора

По волокнам зрительного нерва (II пара черепных нервов) импульсы поступают к зрительному перекресту, где информация от латеральных частей сетчатки не перекрещиваясь направляется в зрительный тракт, а от медиальных — перекрещивается. Затем импульсы проводятся к подкорковым центрам зрения, которые расположены в среднем и промежуточном мозге: *верхние холмики среднего мозга* обеспечивают ответную реакцию на неожиданные зрительные раздражители; *задние ядра таламуса* (зрительного бугра) *промежуточного мозга* обеспечивают бессознательную оценку зрительной информации; от *латеральных коленчатых тел промежуточного мозга* по зрительной лучистости импульсы направляются к *корковому центру* зрения. Он расположен в шпорной борозде затылочной доли и обеспечивает сознательную оценку поступившей информации.

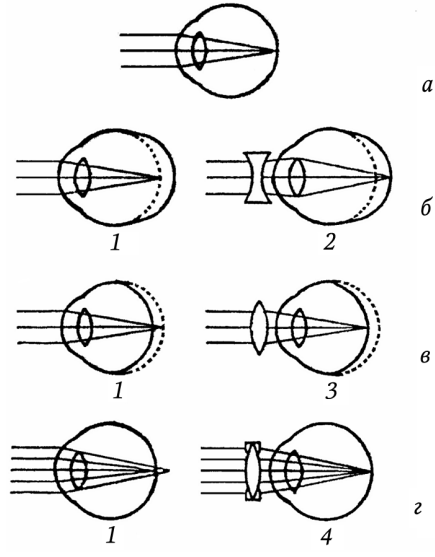


Рис. 99. Ход лучей света в глазном яблоке:

а – при эмметропии (норме); *б* – при миопии (близорукости); *в* – при гиперметропии (дальнозоркости); *г* – при астигматизме; *1* – до коррекции; *2* – после коррекции рассеивающей линзой; *3* — после коррекции собирающей линзой; *4* – коррекция астигматизма специальной линзой

В нормальных условиях фокусировка зрительного образа происходит на сетчатку в области желтого пятна в перевернутом виде. Кора головного мозга осуществляет еще один поворот зрительного образа, благодаря чему мы видим различные объекты окружающего мира в реальном виде. Нормальное зрение называют эмметропией. При близорукости (миопии) изображение проецируется перед сетчаткой, поэтому такое нарушение корригируют рассеивающей линзой (рис. 99). Дальнозоркость (гиперметропия) характеризуется хорошим видением далеко расположенных предметов. При этом изображение фокусируется за сетчаткой и для коррекции этого состояния применяют собирающую линзу.

Профилактика нарушений зрения

Для предупреждения нарушений зрения необходимо соблюдать следующие мероприятия:

1) профилактику травм и химических ожогов глаз;

2) профилактику инфекционных заболеваний глаз (конъюнктивит, блефарит и т. д.), не употреблять токсические вещества, алкоголь, наркотики, не курить — эти вещества приводят к поражению зрительного нерва и нервных центров;

3) гигиенические требования (при чтении, работе с мелкими предметами расстояние от предмета до глаз должно составлять 30—35 см, рабочее место должно быть хорошо освещено, свет должен падать слева; нельзя читать в движущемся транспорте при наличии вибрации; длительное напряжение ресничной мышцы при всех перечисленных факторах приводит к нарушению зрения;

4) правильно и своевременно проводить коррекцию нарушения зрения (подбирать очки, контактные линзы);

5) полноценное витаминизированное питание, особенно богатое витамином А, необходимым для восстановления зрительных ферментов в палочках и колбочках — радопсина и йодопсина.

ОРГАН СЛУХА И РАВНОВЕСИЯ

Орган слуха и равновесия представляет собой анатомически и функционально взаимосвязанные органы, обеспечивающие восприятие звуковых и вестибулярных раздражений (табл. 11).

Орган слуха включает в себя наружное, среднее и часть внутреннего уха — улитку, которая представлена улитковым лабиринтом.

Орган равновесия располагается только во внутреннем ухе и включает такие части лабиринта как преддверие и полукружные каналы, которые составляют вестибулярный лабиринт.

Таблица 11

Орган слуха и равновесия

Орган слуха	Орган равновесия
Наружное ухо: ушная раковина; наружный слуховой проход; барабанная перепонка Среднее ухо: барабанная полость и ее содержимое; сосцевидные ячейки; слуховая труба Внутреннее ухо — улитковый лабиринт: улитка (улитковый проток)	Внутреннее ухо — вестибулярный лабиринт: преддверие; полукружные каналы

Орган слуха и равновесия является составной частью (периферическим отделом) анализатора слуха и вестибулярных функций, которые кроме указанных структур предусматривают проводящие слуховой и вестибулярный пути, подкорковые и корковые центры слуха и вестибулярных функций.

1. **Наружное ухо** состоит из ушной раковины и наружного слухового прохода. Ушная раковина имеет форму воронки и предназначена для улавливания звуков. Она построена из эластического хряща, покрытого кожей (рис. 100).

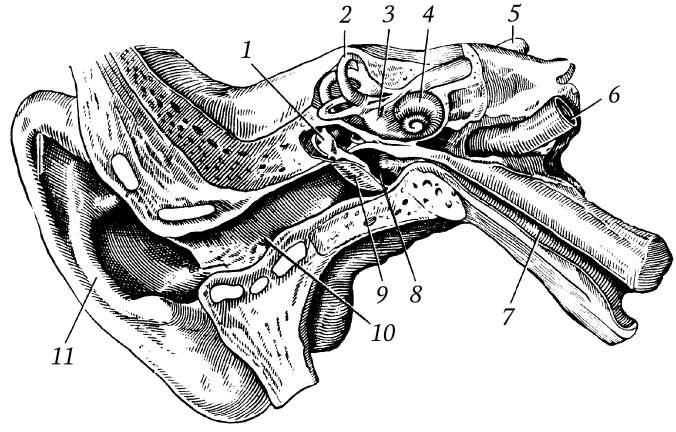


Рис. 100. Строение органа слуха и равновесия. Фронтальный распил:

1 — молоточек; *2* — полукружные каналы; *3* — преддверие; *4* — улитка; *5* — преддверно-улитковый нерв; *6* — внутренняя сонная артерия; *7* — слуховая труба; *8* — барабанная полость; *9* — барабанная перепонка; *10* — наружный слуховой проход; *11* — ушная раковина

Наружный слуховой проход по форме напоминает узкую, слепо заканчивающуюся трубку, длиной 20—25 мм. 1/3 длины наружного слухового прохода приходится на хрящевую часть и 2/3 — на костную. Костная часть расположена в пределах височной кости и отграничена от полости среднего уха барабанной перепонкой. Наружный слуховой проход служит для проведения звуковых волн, которые, достигая барабанной перепонки, вызывают ее колебательные движения. Тем самым звуковые колебания преобразуются в механические. Наружный слуховой проход выстлан кожей, в которой находятся серные железы. При увеличении их функции и нарушении гигиенических правил могут образовываться серные пробки.

2. **Среднее ухо** располагается внутри височной кости. Оно представлено барабанной полостью, слуховой трубой и ячейками сосцевидного отростка.

Барабанная полость имеет форму куба, объемом до 1 $см^3$. Внутри она выстлана слизистой оболочкой и содержит три слуховые косточки: молоточек, наковальня и стремечко, которые суставами соединены между собой. Молоточек с помощью своей рукоятки неподвижно связан с барабанной перепонкой, а основание стремечка закрывает овальное окно в преддверии костного лабиринта.

Слуховые косточки обеспечивают механическую передачу и усиление колебательных движений от барабанной перепонки до перилимфы, которой заполнен лабиринт. С помощью слуховой трубы барабанная полость сообщается с носоглоткой. Труба служит для уравновешивания давления воздуха на барабанную перепонку в полости среднего уха с атмосферным давлением.

3. **Внутреннее ухо** представляет собой сложную по форме систему каналов, называемую лабиринтом, которые заполнены специальной жидкостью. Различают *костный лабиринт*, внутри которого находится *перепончатый лабиринт*. Между костным и перепончатым лабиринтами помещается перилимфа, внутри перепончатого лабиринта содержится эндолимфа.

В костном лабиринте различают три части: *улитку*, *преддверие* и *костные полукружные каналы*. Улитка относится к органу слуха, а преддверие и костные полукружные каналы к органу равновесия.

В преддверии находятся овальное и круглое отверстия. Овальное отверстие закрыто основанием стремечка, круглое — затянуто вторичной барабанной перепонкой, играющей важную роль в обеспечении колебаний перилимфы. Различают передний, задний и боковой (латеральный) полукружные каналы. Они расположены практически в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. У места их впадения в преддверие находятся расширения — ампулы.

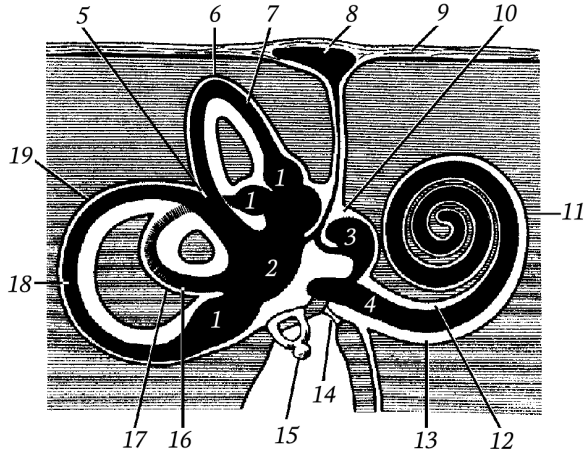


Рис. 101. Костный и перепончатый лабиринты:

1 — ампулы полукружных протоков; *2* — маточка; *3* — мешочек; *4* — улитковый проток; *5* — общая перепончатая ножка; *6* — передний полукружный канал; *7* — передний полукружный проток; *8* — эндолимфатический мешок; *9* — твердая мозговая оболочка; *10* — преддверие; *11* — улитка; *12* — преддверная лестница; *13* — барабанная лестница; *14* — вторичная барабанная перепонка; *15* — стремечко; *16* — латеральный полукружный проток; *17* — латеральный полукружный канал; *18* — задний полукружный проток; *19* — задний полукружный канал

В перепончатом лабиринте выделяют три части: перепончатую улитку, мешочек и маточку, полукружные протоки (рис. 101).

1. **Перепончатая улитка** (улитковый проток) находится внутри костной улитки. В улитковом протоке располагается кортиев орган — сложно устроенный рецептор слуха, состоящий из волосковых клеток.

2. **Мешочек и маточка** расположены внутри преддверия. В них находятся отолитовые аппараты (пятнышки) — рецепторы, воспринимающие вертикальные ускорения: при падении с высоты, при прыжках.

3. **Полукружные протоки** расположены внутри костных полукружных каналов. В их ампулах располагаются гребешки — рецепторы, воспринимающие угловые ускорения: наклоны головы вперед, назад, в стороны и вращение головой.

Анализатор слуха и равновесия

Рассмотрим механизм восприятия звуков волосковыми клетками кортиева органа. От движений стремечка в овальном окне начинает колебаться перилимфа в улитке. Это приводит к смещению эндолимфы в улитковом протоке. Колебания эндолимфы восприни-

маются волосковыми клетками кортиева органа. Звуковые раздражения в кортиевом органе преобразуются в нервные импульсы, которые по волокнам преддверно-улиткового нерва (VIII пара черепных нервов) передаются в соответствующие подкорковые и корковые центры слуха. Подкорковые центры слуха, так же как и зрительные, расположены в среднем и промежуточном мозге. При этом нижние холмики среднего мозга обеспечивают ответные реакции на неожиданные слуховые раздражения; центральные ядра таламуса (зрительного бугра) промежуточного мозга обеспечивают бессознательную оценку слуховой информации, а медиальные коленчатые тела проводят импульсы по слуховой лучистости к корковому центру, находящемуся в верхней височной извилине.

Механизм восприятия вестибулярных раздражений также связан с перемещением эндолимфы. При этом волосковые клетки отолитового аппарата мешочка и маточки воспринимают смещения эндолимфы в вертикальном направлении (например, при подъеме или спуске на лифте). При угловых ускорениях (вращении в различных плоскостях) эндолимфа перемещается внутри перепончатых полукружных канальцев, что улавливается волосковыми клетками гребешков. При этом происходит преобразование энергии колебаний эндолимфы в нервный импульс, который по волокнам преддверно-улиткового нерва (VIII пара черепных нервов) передается в соответствующие подкорковые и корковые центры. Следует отметить, что ядра преддверно-улиткового нерва связаны с оливами продолговатого мозга и мозжечком. Мозжечок является важным подкорковым центром, обеспечивающим автоматическое перераспределение мышечного тонуса при изменении положения тела в пространстве, т. е. поддержание равновесия. Еще один подкорковый центр вестибулярного анализатора расположен в таламусе, а корковый — в средней и нижней височных извилинах.

Профилактика заболеваний органа слуха и равновесия

Для предупреждения заболеваний органа слуха и равновесия необходимо соблюдать следующие мероприятия:

1) избегать переохлаждения области головы;

2) не допускать попадания в наружный слуховой проход холодной и загрязненной воды (особенно при купаниях);

3) своевременно и осторожно проводить туалет уха (очищать от серы, пыли, воды);

4) избегать воздействия чрезмерно сильного и длительно действующего шума (это приводит к снижению порога чувствительности кортиева органа);

5) не применять бесконтрольно антибиотики широкого спектра действия и другие токсические вещества (возникает неврит слухового нерва и глухота);

6) с детства тренировать вестибулярный аппарат к вестибулярным нагрузкам (прыжки, кувыркание, катание на качелях, езда на транспорте и т. д.).

ОБОНЯТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР

Обонятельный анализатор в жизни человека играет важную роль. Он позволяет контролировать качество вдыхаемого воздуха, принимаемой пищи и, в совокупности с другими анализаторами, позволяет ориентироваться в окружающей среде. Также большое значение имеет наличие у людей обонятельной памяти, которая позволяет узнавать ранее встречавшиеся запахи.

Рецепторы, воспринимающие обонятельные раздражения, располагаются в обонятельной области слизистой оболочки полости носа в пределах верхнего носового хода и верхней носовой раковины. В слизистой оболочке находятся обонятельные рецепторы, каждый из которых содержит 10—15 обонятельных волосков, погруженных в слой слизи. Пахучие вещества, проникающие с потоком воздуха в полость носа, растворяются в слизи. Обонятельные волоски взаимодействуют с молекулами пахучих веществ и трансформируют энергию химического раздражения в нервные импульсы. Затем информация в составе обонятельных нервов (I пара черепных нервов) проникают в головной мозг, где заканчиваются на клетках обонятельной луковицы. Далее по обонятельному тракту нервные импульсы направляются непосредственно в кору полушарий большого мозга — в височную долю, где находится центр обоняния.

АНАЛИЗАТОР ВКУСА

Вкусовой анализатор играет важную роль в деятельности пищеварительной системы. Он представляет информацию о химическом составе и качестве пищи. Кроме того, располагаясь в начальном отделе пищеварительной системы, вкусовой анализатор рефлекторно воздействует на железы (слюнные железы, железы желудочно-кишечного тракта, печень, поджелудочную железу) и, тем самым, оказывает на них регулирующее влияние.

Вкусовые рецепторы находятся в полости рта и представлены вкусовыми клетками, которые входят в состав вкусовых почек — луковиц

(от 3000 до 9000), которые располагаются большей частью на языке в области грибовидных, желобовидных и листовидных сосочков. Совокупность вкусовых почек в полости рта составляет орган вкуса. При этом сладкое воспринимается кончиком языка, кислое — боковой поверхностью языка, горькое — корнем языка, соленое — всей поверхностью языка. Во вкусовых клетках химическое раздражение трансформируется в нервный импульс, который по волокнам лицевого (VII пара) и языкоглоточного (IX пара) черепных нервов поступает в головной мозг. Общая чувствительность языка (болевая, температурная, тактильная) обеспечивается V, IX и X парами черепных нервов (тройничный, языкоглоточный и блуждающий). Необходимо отметить, что подкорковые и корковые центры обонятельного и вкусового анализаторов функционально связаны и располагаются в одних и тех же структурах центральной нервной системы.

СОМАТОСЕНСОРНЫЕ ОРГАНЫ. КОЖА

Соматосенсорные органы представлены кожей и многочисленными мышцами.

Кожа образует покров тела. В ней расположено огромное количество болевых, температурных и тактильных рецепторов. В связи с этим ее относят к органам чувств, обеспечивающим постоянное взаимодействие с окружающей средой.

Кроме восприятия внешних раздражителей и защиты организма от различных внешних воздействий (механических, термических, химических факторов, ультрафиолетового облучения, проникновения микроорганизмов и др.) кожа выполняет ряд важных функций, таких как дыхательная, терморегуляционная, витаминообразующая, иммунная, депо крови и т. д.

Кожа состоит из эпидермиса, соединительнотканной основы — дермы и подкожной жировой клетчатки (рис. 102). Производными (дериватами) кожи являются волосы, ногти, потовые и сальные железы. Эти образования тесно связаны с кожей по своему происхождению.

Эпидермис — это поверхностно расположенный слой кожи, представленный многослойным плоским ороговевающим эпителием. Сосуды и нервные элементы в нем отсутствуют.

Дерма содержит густые капиллярные сети, рецепторы и мелкие нервные волокна, оплетающие соединительнотканные структуры. В составе дермы выделяют два слоя: поверхностный — сосочковый и глубокий — сетчатый. Сосочковый слой хорошо развит на кончи-

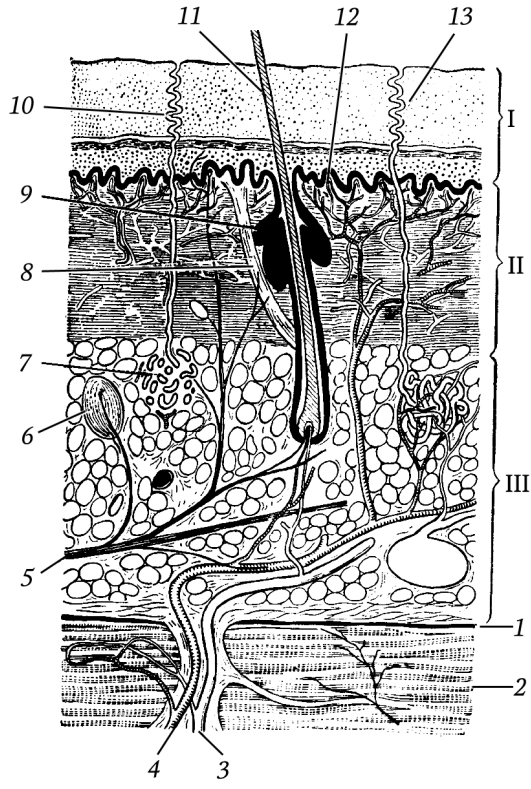


Рис. 102. Строение кожи:

I — эпидермис; II — дерма; III — подкожная жировая клетчатка;

1 — поверхностная фасция; *2* — мышца; *3* — вена; *4* — артерия; *5* — нервное волокно; *6* — нервное окончание; *7* — потовая железа; *8* — мышца, поднимающая волос; *9* — сальная железа; *10* — проток потовой железы; *11* — волос; *12* — сосочковый слой дермы; *13* — роговой слой эпидермиса

ках пальцев, благодаря чему образуются характерные узоры, определение которых используется в дактилоскопии.

Подкожная основа, или гиподерма, тесно связана с кожей. Она построена из рыхлой соединительной ткани и образует подкожные клетчаточные пространства, в которых находятся скопления жира, концевые отделы потовых желез, сосуды, нервы и лимфатические узлы.

Подкожная основа выполняет формообразующую, амортизационную и терморегуляционную функции. Кроме того, она является энергетическим депо и депо крови в организме, а также участвует в жировом обмене.

Волосы — это эпителиальные нитевидные придатки кожи. Каждый волос имеет корень и стержень. Корень волоса располагается в волосяном фолликуле, куда открывается проток сальной железы. С корнем связана гладкая мышца, поднимающая волос. Данная мышца при сокращении способна поднимать волос, образовывать на коже возвышения — «гусиную кожу» и выдавливать секрет сальной железы.

Ногти — это придатки кожи пальцев рук и ног, расположенные на тыльной стороне дистальных фаланг. Ноготь состоит из ногтевого ложа и ногтевой пластинки. Последняя состоит из корня ногтя, тела и свободного края.

Железы кожи по характеру выделяемого секрета делят на потовые и сальные.

Потовые железы представляют собой трубчатые железы. Каждая железа состоит из тела и протока, открывающегося на коже. Потовые железы выполняют выделительную и терморегулирующую функции, придают телу специфический запах. По способу секреции различают эккринные и апокринные железы. Эккринные, или малые потовые железы, распространены в коже почти повсеместно. Эккринные железы выделяют водянистый секрет — пот, общее количество которого в сутки достигает в обычных условиях 0,5 л, при тяжелой физической работе — до 10 л.

Апокринные, или большие потовые, железы связаны с волосяными фолликулами. Они локализуются только в подмышечной и паховой областях, на лобке, больших половых губах. Секреция апокриновых желез тесно связана с половой функцией. Они функционируют в полной мере только в период половой зрелости, в старческом возрасте они часто редуцируются.

Сальные железы выделяют жироподобный секрет, который служит защитной смазкой для кожи и волос. Тело железы располагается в дерме. Их выводные протоки также открываются в воронки волосяных фолликулов.

Соматосенсорный анализатор

Рецепторы кожи воспринимают болевые, температурные и тактильные раздражения. Они носят название *экстероцепторы*. В связи с этим, чувствительность кожи называют экстероцептивной, или поверхностной (от покровов тела).

Рецепторы мышц, сухожилий, связок, капсул суставов, надкостницы и костей воспринимают информацию о тонусе мышц, положении частей тела в пространстве, чувстве веса, давления и вибрации. Данные рецепторы называют *проприоцепторами*, а воспринимаемую ими чувствительность — проприоцептивной.

Нервные имупльсы от экстеро- и проприоцепторов по периферическим отросткам псевдоуниполярных клеток поступают в спинномозговые узлы или чувствительные узлы спинномозговых нервов. От последних они частично идут к вставочным нейронам спинного мозга или ствола головного мозга. В центральной нервной системе они переключаются на двигательные ядра, обеспечивая безусловные охранительные рефлексы. В конечном итоге информация достигает центра общей чувствительности, который располагается в теменной доле (постцентральная извилина). Здесь оцениваются болевые, температурные, тактильные и проприоцептивные ощущения.

Глава 14

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

ПОНЯТИЕ ОБ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЕ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРМОНОВ

Эндокринная система — это совокупность желез внутренней секреции, вырабатывающих гормоны и биологически активные вещества. Она обеспечивает гуморальную (химическую) регуляцию функций организма, поддержание постоянства его внутренней среды при изменяющихся внешних условиях. Помимо этого эндокринная система совместно с нервной системой регулирует рост, развитие организма, его половую дифференцировку и репродуктивную функцию, а также оказывает влияние на процессы образования, использования и сохранения энергии. В совокупности с нервной системой гормоны принимают участие в обеспечении эмоциональных реакций и психической деятельности человека.

Железами внутренней секреции (ЖВС), или эндокринными железами, называют органы, которые не имеют выводных протоков и выделяют свой секрет непосредственно во внутреннюю среду организма — кровь, лимфу и тканевую жидкость. К эндокринным железам относят следующие органы: гипофиз, эпифиз, щитовидная железа, паращитовидные железы, тимус, поджелудочная железа, надпочечники и половые железы (рис. 103). Гипоталамус обеспечивает функциональное взаимодействие между нервной и эндокринной системами, координирует работу желез внутренней секреции.

Гормоны — это высоко активные биологические вещества, которые в небольших количествах осуществляют регуляцию функций организма. Гормоны могут действовать как на значительном отдалении от места образования, так и непосредственно на окружающие клетки.

По **химической структуре** гормоны делят на: белковые или полипептидные (инсулин, соматостатин); стероидные или липидные (половые гормоны); и производные аминокислот (адреналин, норадреналин, тироксин). По **физиологическому действию** гормоны подразделяют на: *пусковые*, или тропные (гормоны гипоталамуса и гипофиза), которые воздействуют на другие ЖВС; и *исполнители* —

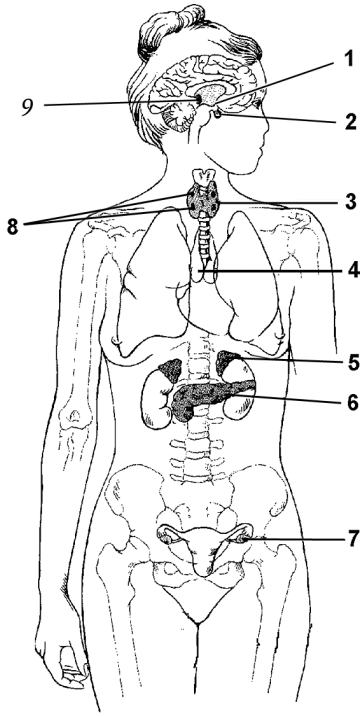


Рис. 103. Расположение желез внутренней секреции:
1 — гипоталамус; *2* — гипофиз; *3* — щитовидная железа; *4* — тимус; *5* — надпочечник; *6* — поджелудочная железа; *7* — яичник; *8* — паращитовидные железы; *9* — эпифиз

действующие на рецепторы клеток и тканей организма (например, инсулин).

Всем гормонам свойственны:

— избирательность действия (например, адренокортикотропный гормон, циркулируя по всему организму, действует только на кору надпочечников);

— строгая направленность действия (каждый гормон изменяет только определенную функцию или функции);

— отсутствие видовой специфичности (любые гормоны одинаково действуют в организме как человека, так и животных);

— высокая биологическая активность (1 г адреналина активирует 100 млн сердец лягушек).

Гормоны в организме подвергаются различным преобразованиям, в результате которых они могут разрушаться, или ослаблять свой специфический эффект. Данные процессы осуществляются под влиянием ферментов в самих эндокринных тканях, в печени, почках и в органах-мишенях. Большая часть гормонов проходит через почки и выводится с мочой.

В большинстве своем железы внутренней секреции состоят из *паренхимы* и *стромы*. *Паренхима* — это рабочая или функциональная часть органа. *Строма* представлена соединительной тканью. В связи с тем, что эндокринные железы свой секрет выделяют в кровь или лимфу, они густо оплетены сосудами и нервами. Иннервация желез внутренней секреции осуществляется вегетативной нервной системой.

Нарушение работы желез внутренней секреции проявляется либо увеличением продукции ее гормонов — гиперфункцией, либо

уменьшением — гипофункцией. Несмотря на то, что железы внутренней секреции имеют различные источники развития и разное местоположение, они функционально связаны между собой.

ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА

Щитовидная железа находится в передней области шеи, спереди и сбоку от гортани и трахеи. Это непарный орган темно-красного цвета, который имеет форму подковы и состоит из *правой* и *левой долей*, соединенных *перешейком*. В 10 % случаев от перешейка отходит *пирамидальная доля*. Масса железы составляет в среднем 25—30 г. Структурно-функциональной единицей железы является *фолликул*, состоящий из клеток щитовидной железы — тироцитов, расположенных по окружности. Между фолликулами располагаются, так называемые, парафолликулярные клетки, сосуды и нервы. В фолликулах образуются йодсодержащие гормоны щитовидной железы — *тетрайодтиронин* (тироксин) и *трийодтиронин*. Данные гормоны усиливают энергетический и пластический обмен всех клеток, стимулируют половое созревание, тем самым, оказывая выраженное регулирующее воздействие на обмен веществ в организме.

Для нормального синтеза гормонов необходимо, чтобы в сутки организм получал около 0,3 мг йода. При его недостатке ткань железы разрастается, ее масса увеличивается и у человека возникает *зоб*. При этом функция железы может оставаться неизмененной, либо увеличиваться (гиперфункция) или снижаться (гипофункция). В детском возрасте гипофункция щитовидной железы приводит к задержке роста, полового развития, дифференцировки скелета и других тканей и органов. Особенно страдает функция коры головного мозга — память, внимание, мышление. Данная болезнь у детей называется — кретинизмом. Гипофункция железы у взрослого человека носит название — микседема. При этом замедляются окислительные процессы и снижается основной обмен, понижается активность нервной системы и температура тела, появляется слизистый отек тканей. При гиперфункции щитовидной железы развивается тиреотоксикоз (Базедова болезнь), при которой резко возрастает основной обмен, повышается температура тела, отмечается повышенная возбудимость нервной системы, раздражительность. Внешне у больного наблюдается пучеглазие, масса тела у них снижается, увеличивается артериальное давление и частота сердечных сокращений.

Парафолликулярные клетки щитовидной железы, вырабатывают гормон тирокальцитонин. Этот гормон увеличивает активность остеобластов, тем самым облегчая усвоение кальция костной тканью, способствуя снижению его концентрации в крови.

ПАРАЩИТОВИДНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

Паращитовидные железы располагаются на задней поверхности щитовидной железы в количестве от двух до восьми. Они представляют собой небольшие образования желто-коричневого цвета, размером с горошину. Масса одной железы около 0,4 г. Ее паренхима образована скоплениями секреторных клеток, которые вырабатывают *паратгормон*, необходимый для поддержания концентрации кальция в крови на соответствующем уровне: при повышенном содержании паратгормона наблюдается увеличение активности остеокластов, в результате которой концентрация кальция в костной ткани снижается, а в крови — увеличивается. В результате этого кости становятся хрупкими и легко деформируемыми. Следовательно, паратгормон является антагонистом тирокальцитонина щитовидной железы.

ТИМУС

Тимус (вилочковая железа) является центральным органом иммунной системы, но из-за способности вырабатывать гормон — *тимозин*, данный орган относят и к эндокринной системе. Железа находится в грудной полости, позади грудины. Она имеет розовато-серый цвет и форму двузубой вилки. Тимус состоит из правой и левой долей. Масса органа в период максимального развития (10—15 лет) составляет 30—40 г, затем железа подвергается инволюции и замещается жировой тканью.

Паренхима вилочковой железы разделена на дольки, которые состоят из *коркового* (расположенного по периферии), и *мозгового* (центральная часть) веществ. В корковом веществе незрелые лимфоциты превращаются в Т-лимфоциты. Последние обладают специальными рецепторами к чужеродным антигенам. После дифференцировки и последующего размножения они попадают в периферические органы иммунной системы (лимфатические узлы, селезенку, миндалины), где обеспечивают иммунный ответ организма. Созревание Т-лимфоцитов происходит под влиянием гормона тимуса — *тимозина*, вырабатываемого в мозговом веществе.

ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА

Поджелудочная железа является железой смешанной секреции. Экзокринная (внешнесекреторная) ее часть вырабатывает панкреатический сок, роль которого описана в разделе «Пищеварительная система». Эндокринная (внутрисекреторная) часть поджелудочной

железы представлена островками Лангерганса — Соболева, которые в виде компактных клеточных групп рассеяны в области ее хвоста, составляя 2—3 % всей массы органа. В состав островков Лангерганса входят -клетки, которые продуцируют гормон *глюкагон* и β-клетки, вырабатывающие гормон *инсулин*.

Инсулин повышает проницаемость мембран клеток для глюкозы и, тем самым, снижает ее концентрацию в крови. Благодаря этому углеводы запасаются в печени и мышцах в виде гликогена. Недостаток инсулина или снижение чувствительности к нему клеток-мишеней приводит к развитию сахарного диабета, при котором повышается уровень глюкозы в крови и наблюдается ее выделение с мочой.

Под действием глюкагона в печени происходят процессы превращения гликогена в глюкозу и ее поступление в кровеносное русло. Таким образом, глюкагон повышает уровень глюкозы в крови и является антагонистом инсулина.

Сахарный диабет — заболевание, которое проявляется высоким уровнем глюкозы в крови. Это обусловлено снижением уровня инсулина или уменьшения чувствительности к нему. При снижении его количества развивается диабет I типа, или *инсулинозависимый диабет*. При уменьшении чувствительности к инсулину клеток организма возникает диабет II типа, или *инсулинонезависимый диабет*.

При сахарном диабете возникают сложные нарушения обмена веществ, повышается содержание сахара в крови (гипергликемия), сахар выводится с мочой (глюкозурия), в крови появляются кислые продукты неполного сгорания жиров — кетоновые тела (кетоацидоз).

Главными признаками сахарного диабета являются сильная жажда, частое мочеиспускание с большим количеством мочи, иногда обезвоживание организма (дегидратация). В результате поражения сосудов нарушается питание органов и тканей. С течением времени развивается некроз (омертвение) дистальных участков конечностей — чаще всего наблюдается гангрена пальцев стоп (диабетическая стопа).

Как правило, первоначально болезнь подкрадывается незаметно. Часто сахарный диабет обнаруживается при случайном анализе крови или мочи при профилактическом осмотре. Диагноз заболевания в таких случаях ставится на основе анализа крови на содержание глюкозы. В тяжелых случаях сахарный диабет сразу может проявиться гипергликемической комой — потерей сознания ввиду запредельного повышения уровня глюкозы и грубейших нарушений метаболизма в целом.

Лечение зависит от типа диабета. Диабет I типа лечат инсулином, компенсируя его отсутствие в организме. Диабет II типа сначала компенсируют подбором диеты, а при недостаточности назначают лекарственные препараты. В дальнейшем по показаниям возможно применение

инсулина, когда происходит истощение клеток островков Лангерганса и полностью отсутствует инсулин. Необходимо учесть, что правильно диагностировать стадию заболевания и назначить соответствующую терапию может только врач-эндокринолог.

НАДПОЧЕЧНИКИ

Надпочечник — парная железа, расположенная над верхним полюсом каждой почки. Надпочечники по форме напоминают трехгранную пирамиду. Паренхима органа состоит из *коркового* и *мозгового* веществ. Мозговое вещество занимает центральное положение и окружено по периферии толстым слоем коркового вещества.

Корковое вещество надпочечника условно делят на три зоны, в которых происходит синтез определенных групп гормонов — *кортикостероидов*. Первая группа гормонов — минералокортикоиды. Местом их синтеза является наиболее поверхностный тонкий слой коры, называемый клубочковой зоной. Вторая группа — *глюкокортикоиды*, вырабатываются в среднем слое коры, названным пучковой зоной. Третья группа — это *половые гормоны*, синтезируются во внутреннем слое, который примыкает к мозговому веществу. Этот слой формирует сетчатую зону.

Минералокортикоиды (альдостерон) регулируют минеральный обмен и, в первую очередь, баланс натрия и калия. Гормон усиливает обратное всасывание натрия и воды в почках, одновременно увеличивая выделение калия с мочой.

Глюкокортикоиды (кортизол и кортикостерон), оказывают влияние на белковый, углеводный и жировой обмен. Глюкокортикоиды активируют образование глюкозы за счет распада белков и повышают ее концентрацию в крови, стимулируют секрецию инсулина, повышают чувствительность органов чувств и возбудимость нервной системы, участвуют в формировании устойчивости организма к стрессу. Глюкокортикоиды угнетают воспалительные, иммунные и аллергические реакции в организме, уменьшают разрастание соединительной ткани.

Клетки сетчатой зоны, как у мужчин, так и у женщин секретируют в кровь половые гормоны. Недостаток их вызывает выпадение волос в области лобка, а их избыток ведет к вирилизации, т. е. появлению вторичных половых признаков противоположного пола.

Мозговое вещество синтезирует катехоламины: адреналин и норадреналин. Действие этих веществ аналогично влиянию симпатической нервной системы: они вызывают учащение сердечных сокращений, повышение артериального давления, сужение сосудов, по-

вышение концентрации глюкозы в крови, а также увеличивают распад жиров, повышают возбудимость нервной системы и эффективность приспособительных реакций.

ПОЛОВЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

Половые железы (яичко и яичник) являются местом образования половых клеток, а также выделяют в кровь половые гормоны. Основное биологическое действие этих гормонов состоит в обеспечении нормального протекания функции размножения.

Яичко — парный орган мужской половой системы, расположенный в мошонке. В его паренхиме кроме образования сперматозоидов происходит синтез мужских половых гормонов — *андрогенов* (тестостерон). Эти гормоны синтезируются клетками Лейдига, расположенными в средостении яичка. Андрогены обеспечивают развитие половых органов и формирование вторичных половых признаков по мужскому типу (телосложение, характер роста волос и тембр голоса, активация роста скелета, мускулатуры, распределение подкожной жировой клетчатки и регуляция созревания сперматозоидов). Кроме того, андрогены обладают выраженным анаболическим эффектом, увеличивая активность пластического обмена.

Яичник — парная женская половая железа, находящаяся в полости малого таза. Он состоит из *коркового* и *мозгового* веществ. В корковом веществе к моменту рождения находятся 400—500 тыс. первичных фолликулов. В период полового созревания и в период половой зрелости (с 10—12 лет до 45—55 лет) некоторые первичные фолликулы начинают увеличиваться в размерах и продуцировать гормоны — *эстрогены*. Такие фолликулы называют вторичными или созревающими. За генеративный период у женщин созревает всего 400—500 фолликулов. Периодичность созревания фолликулов составляет в среднем: один фолликул в 28 дней (от 21 до 35 дней) и составляет продолжительность менструального цикла. Зрелый фолликул получил название Граафов пузырек. На 14 день менструального цикла происходит разрыв Граафова пузырька — овуляция, при которой зрелая яйцеклетка выходит в брюшинную полость. На месте разорвавшегося после овуляции фолликула развивается, так называемое, желтое тело — временная добавочная эндокринная железа, которая продуцирует *гестагены* (прогестерон) — гормон сохранения беременности. Он создает условия для оплодотворения яйцеклетки, ее имплантации (внедрение в стенку матки) и последующего развития плода. Если не происходит оплодотворение, то

такое желтое тело выделяет в кровь гестагены до начала следующего менструального цикла и назвается *менструальным желтым телом*, которое функционирует до начала очередного менструального цикла. В случае оплодотворения яйцеклетки формируется *желтое тело беременности*, которое выполняет эндокринную функцию весь период беременности. Наиболее значима роль желтого тела до 12—16 недель беременности, затем формируется плацента и основная роль в выработке данного гормона переходит к этому провизорному органу. После прекращения эндокринной функции желтое тело подвергается инволюции (обратному развитию) и на его месте остается рубец — *беловатое тело*.

Эстрогены (эстрадиол) вырабатываются созревающими фолликулами. В небольшом количестве эстрогены синтезируются и в мозговом веществе яичника. Они обеспечивают развитие половых органов и формирование вторичных половых признаков по женскому типу.

ЭПИФИЗ

Эпифиз (шишковидное тело) относится к промежуточному мозгу. Железа представляет собой непарное образование, по виду напоминающее еловую шишку, серовато-красного цвета, длиной 9 мм, шириной 6 мм и массой 0,2 г. Секреторные клетки эпифиза выделяют в кровь гормоны *мелатонин* и *серотонин*. Гормоны шишковидного тела до определенного возраста угнетают секрецию гонадотропных гормонов гипофиза, тем самым, сдерживают наступление полового созревания. Кроме того, считается, что данные гормоны участвуют в обеспечении биологических ритмов: различное поведение человека в зависимости от времени суток, поры года и т. д.

ГИПОТАЛАМУС И ГИПОФИЗ

Гипоталамус (подталамическая область) относится к промежуточному мозгу. Гипоталамус делят на задний, средний и передний отделы.

Задний отдел гипоталамуса не синтезирует биологически активных веществ. Здесь располагается подкорковый центр обоняния и обрабатывается информация, приходящая от большинства нервных центров головного мозга.

Нервные клетки **среднего отдела** гипоталамуса осуществляют анализ химического состава крови и спинномозговой жидкости и, в ответ на поступающую информацию, вырабатывают *рилизинг-фак-*

торы. Эти биологически активные вещества с током крови попадают в переднюю долю гипофиза и воздействуют на расположенные в нем эндокринные клетки. Характер ответа клеток гипофиза зависит от рилизинг-факторов, которые могут быть двух видов:

1) *либерины* — вещества, которые стимулируют образование тропных гормонов передней доли гипофиза;

2) *статины* — вещества, угнетающие выработку тропных гормонов.

Кроме того, в среднем отделе гипоталамуса есть группы нервных клеток, отвечающие за деятельность вегетативной нервной системы, т. е. за деятельность внутренних органов и сосудов — так называемый *вегетативный центр*. Между этим центром и клетками, вырабатывающими рилизинг-фактры, существует непосредственная связь. Благодаря согласованной деятельности этих структур осуществляется выбор конкретного способа регуляции: либо путем активации вегетативной нервной системы, либо повышением функции эндокринной системы. В последнем случае наблюдается выброс соответствующих рилизинг-факторов, приводящий к увеличению количества тропных гормонов и соответствующих им гормонов желез-мишеней. Таким образом, гипоталамус координирует и регулирует работу всех желез внутренней секреции.

В **переднем отделе** гипоталамуса располагаются группы нервных клеток (ядра), которые синтезируют гормон *вазопрессин* (антидиуретический гормон) и *окситоцин*. По аксонам этих клеток синтезированные гормоны поступают в заднюю долю гипофиза, где они накапливаются и по мере необходимости выбрасываются в кровь.

Гипофиз расположен в турецком седле клиновидной кости. Он представляет собой непарное образование серовато-красного цвета, шаровидной формы, диаметром около 1 см, являясь продолжением среднего отдела гипоталамуса (см. рис. 86). Он состоит из передней, промежуточной и задней долей (рис. 104).

Клетки **передней доли** под влиянием рилизинг-факторов гипоталамуса синтезируют несколько специальных гормонов, которые называют *тропными* гор-

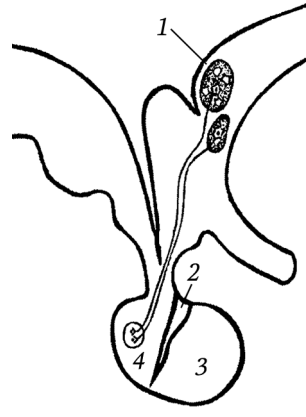


Рис. 104. Гипоталамус и гипофиз:
1 — секреторные ядра гипоталамуса; *2* — промежуточная доля гипофиза; *3* — передняя доля гипофиза; *4* — задняя доля гипофиза

монами. Каждый из этих гормонов стимулирует функцию определенной эндокринной железы. На щитовидную железу воздействует тиреотропный гормон (ТТГ). Кору надпочечников активирует адренокортикотропный гормон (АКТГ). На половые железы как мужские, так и женские, оказывают влияние гонадотропные гормоны (ГТГ): фолликулостимулирующий (ФСГ), увеличивающий скорость образования и созревания половых клеток, и лютеинизирующий (ЛГ), который усиливает секрецию половых гормонов. Гормон пролактин — лактотропный гормон (ЛТГ), в основном, стимулирует развитие ткани молочной железы и выделение из нее молока. Только соматотропный гормон (СТГ), или гормон роста, непосредственно воздействует на большинство тканей организма. Он влияет на рост и развитие скелета, мышечной ткани и внутренних органов. Избыточная секреция соматотропина в раннем детстве приводит к развитию гигантизма, а в юношеском и зрелом возрасте — к акромегалии (чрезмерно вырастают кисти и стопы, нос и челюсти). При дефиците соматотропина в детском возрасте происходит задержка роста — карликовость или гипофизарный нанизм. У взрослого человека недостаток соматотропина вызывает тяжелейшее истощение — *кахексию.*

В **промежуточной доле** гипофиза вырабатывается интермедин — гормон, обеспечивающий регуляцию количества пигмента (меланина), определяющего индивидуальный цвет кожи и других тканей.

В **задней доле** гипофиза нет клеток синтезирующих гормоны. Гормоны — вазопрессин и окситоцин поступают из переднего отдела гипоталамуса, хранятся в задней доле гипофиза и по мере необходимости поступают в кровяное русло. *Вазопрессин* воздействует на гладкую мускулатуру сосудов, суживая их и повышая артериальное давление. Одновременно гормон усиливает обратное всасывание воды из первичной мочи, тем самым уменьшая количество вторичной мочи. В связи с последней функцией вазопрессин называют антидиуретическим гормоном (АДГ), то есть гормоном уменьшающим диурез (мочеобразование). При его недостатке наблюдается полиурия (увеличение количества мочи), а при избытке — олигурия (уменьшение количества мочи). *Окситоцин* вызывает сокращение гладкой мускулатуры внутренних органов, особенно матки во время родов.

Глава 15

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ НЕОТЛОЖНЫХ СОСТОЯНИЯХ

Несчастный случай, внезапное заболевание часто происходят в тех условиях, когда рядом нет медицинского работника, необходимых медикаментов и перевязочного материала. В подобных случаях большое значение имеют собранность и активность человека, выполняющего комплекс максимально доступных и целесообразных мероприятий, направленных на спасение жизни пострадавшего или внезапно заболевшего. При этом чрезвычайно важное значение имеет знание основных признаков повреждения, заболевания, а в критических ситуациях — признаков жизни и смерти.

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ ЖИЗНИ ИЛИ СМЕРТИ

При тяжелой травме, поражении электрическим током, утоплении, удушении, отравлении, ряде заболеваний может развиться потеря сознания, т. е. состояние, когда пострадавший лежит без движений, не отвечает на вопросы, не реагирует на окружающие события. Это возникает в результате нарушения деятельности ЦНС, главным образом, головного мозга. Оказывающий первую помощь должен четко и быстро отличать потерю сознания от смерти. При обнаружении минимальных признаков жизни необходимо немедленно приступить к оказанию первой помощи и прежде всего к оживлению.

Признаками жизни являются:

1) наличие сердцебиения: сердцебиение определяют рукой или ухом на грудной клетке в области левого соска;

2) наличие пульса на артериях: пульс определяют на шее (сонная артерия), в области лучезапястного сустава (лучевая артерия), в паховой области (бедренная артерия); при этом нужно учитывать, что зачастую при ряде тяжелых состояний пульс может быть очень слабым, едва различимым.

3) наличие дыхания: дыхание определяют по движению грудной клетки и живота; увлажнению зеркала, приложенного к носу и рту пострадавшего; движению кусочка ваты или бинта, поднесенного к носовым отверстиям.

4) наличие реакции зрачков на свет: если осветить глаз пучком света (например, фонариком), то наблюдается сужение зрачка — положительная реакция зрачка; при дневном свете эту реакцию можно проверить так: на некоторое время закрывают глаз рукой, затем быстро отводят руку в сторону, при этом будет заметно сужение зрачка.

Наличие признаков жизни говорит о необходимости немедленного проведения мер по оживлению.

Следует помнить, что **отсутствие сердцебиения, пульса, дыхания и реакции зрачков на свет не свидетельствует о том, что пострадавший мертв**. Подобный комплекс симптомов может наблюдаться и при клинической смерти, при которой необходимо оказать пострадавшему помощь в полном объеме.

Оказание помощи бессмысленно при следующих *признаках смерти*:

1) трупное окоченение (бесспорный признак смерти возникает через 2—4 ч после смерти);

2) похолодание тела и появление трупных пятен; пятна сине-фиолетового цвета выступают на коже; при положении трупа на спине они появляются в области лопаток, поясницы, ягодиц, а при положении на животе — на лице, шее, груди, животе;

3) наличие симптома «кошачий глаз»: при сдавлении глаза зрачок деформируется и напоминает кошачий глаз;

4) помутнение и высыхание роговицы глазного яблока.

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ КОСТЕЙ

Переломом называют нарушение целостности кости, вызванное различными, чаще механическими воздействиями (рис. 105). Признаками перелома являются:

— сильная боль;
— невозможность нормального движения в конечности;
— изменение положения и формы конечности;
— укорочение конечности;

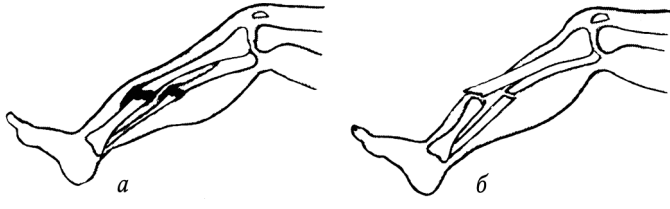


Рис. 105. Виды переломов костей:
а — закрытый перелом; б — открытый перелом

— припухлость, отечность и кровоподтеки;
— патологическая (ненормальная) подвижность кости;
— костная крепитация (неприятный, хрустящий звук, возникающий при перемещении костных отломков друг относительно друга).

Классификация переломов:

I. *По повреждению кожи*:
— открытые;
— закрытые.

II. *По наличию смещения отломков*:
— со смещением отломков;
— без смещения отломков.

III. *По виду перелома*:
— поперечные;
— продольные;
— косые;
— вколоченные и др.

IV. *По количеству повреждений*:
— единичные;
— множественные.

V. *По поврежденной кости*:
— перелом плечевой кости;
— перелом бедренной кости;
— перелом нижней челюсти и т. д.

Переломы бывают *открытые* и *закрытые*. При закрытом переломе сохраняется целостность кожного покрова над местом повреждения кости. Открытые переломы сопровождаются разрывом мягких тканей и кожи в области повреждения. Эти переломы более опасны по сравнению с закрытыми, так как возникает возможность инфицирования раны и возникновения в последующем гнойных заболеваний. При открытых переломах возникает наружное кровотечение. При закрытых переломах кровь из поврежденных сосудов скапливается в мягких тканях, окружающих кость. Величина кровопотери при переломах довольно значительна. Например, при переломе бедренной кости может наблюдаться потеря крови до 2 литров, при переломе плечевой кости — до 400 мл.

Если отломки кости сдвигаются от места своего нормального расположения, то возникает перелом со смещением отломков. Если же они сопоставлены друг с другом, то это перелом без смещения отломков. Переломы со смещением более опасны, так как участки поврежденной кости травмируют окружающие мягкие ткани.

Вид перелома, как правило, определяется при рентгенографии. Если линия перелома проходит перпендикулярно к оси кости, то пе-

релом называется поперечным; если вдоль — продольным; под углом к оси кости — косым и т. д.

Первая помощь при переломах должна быть оказана в короткие сроки и с соблюдением всех необходимых правил. Пострадавший должен максимально быстро быть доставлен в лечебное учреждение. Основные мероприятия первой помощи при переломах костей заключаются в следующем:

1) обезболивание;
2) остановка кровотечения;
3) иммобилизация;
4) транспортировка в лечебное учреждение.

Уменьшение боли позволяет более правильно и менее травматично для пострадавшего произвести последующие мероприятия. К сожалению, наиболее эффективные средства обезболивания недоступны для населения, так как их применение требует определенных врачебных знаний и навыков. Однако такие препараты как *анальгин, баралгин, парацетамол, темпалгин, найз* и др. могут уменьшить болевые ощущения. Категорически запрещается превышать указанные для этих препаратов дозировки. Возможно также использование успокаивающих средств, применение пузыря со льдом.

Остановка кровотечения при открытом переломе должна выполняться по правилам, изложенным в разделе «Первая помощь при кровотечениях».

Иммобилизация, или обездвиживание, предохраняет мягкие ткани от дальнейшей травматизации отломками кости. Использование этого метода предотвращает различные осложнения переломов, во многих случаях спасает жизнь пострадавшего.

Не следует перед иммобилизацией вправлять отломки кости. Отсутствие необходимых медицинских знаний может только ухудшить состояние пострадавшего.

Для произведения транспортной иммобилизации желательно использовать специальные шины. В качестве шин можно применять различные подручные материалы: кусок доски, фанеры, ветвь дерева, лыжи, рукоятку лопаты, металлический прут и т. д.

ПРАВИЛА НАЛОЖЕНИЯ ШИН

1. Шину необходимо накладывать поверх одежды; все костные выступы (лодыжки, мыщелки) желательно защитить матерчатой прокладкой.

2. Шина должна обеспечивать обездвиживание не менее двух суставов, соединяющих поврежденную кость с соседними. При пе-

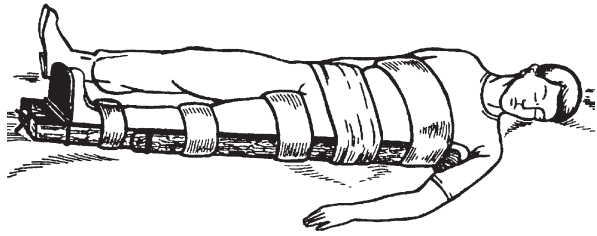


Рис. 106. Иммобилизация при переломе бедренной кости

реломе плечевой и бедренной костей — в трех смежных суставах, например, в тазобедренном, коленном и голеностопном (рис. 106).

3. Шина должна быть хорошо закреплена тугим прибинтовыванием ее к поврежденной конечности. Необходимо надежно фиксировать область перелома.

4. Фиксация шины должна производиться в функционально выгодном положении для конечности: при переломах костей верхней конечности рука сгибается в локтевом суставе так, чтобы кисть находилась в области плечевого сустава противоположной стороны; при переломах костей нижней конечности — нога выпрямлена в коленном суставе.

5. В зимнее время поврежденная конечность должна быть укутана теплой одеждой.

Если бригада «Скорой помощи» может приехать в ближайшее время, то достаточно сломанную руку прибинтовать к туловищу, а сломанную ногу — ко второй, здоровой ноге. Это же необходимо сделать и при отсутствии материала для изготовления шины.

Оказание первой помощи при переломах некоторых костей имеет свои особенности.

Перелом черепа. Как правило, перелом костей черепа сопровождается появлением симптомов повреждения головного мозга (потеря сознания, головная боль, тошнота, рвота, нарушение речи и т. д.). При подозрении на перелом костей черепа пострадавшего необходимо уложить на спину, голова должна находиться на одном уровне с туловищем. Голову фиксируют валиками по бокам. К месту удара прикладывают ткань, смоченную холодной водой или пузырь со льдом. Необходима скорейшая доставка пострадавшего в стационар.

Перелом позвоночника. Его основной признак — сильнейшая боль в спине, усиливающаяся при малейшем движении. Пострадавший должен лежать на спине на жестком щите — доска, фанера. Запрещаются любые движения. Транспортировка возможна только в этом положении.

Перелом костей таза. Часто сопровождается повреждением внутренних органов и является одной из наиболее тяжелых костных травм. Больного укладывают на спину, ноги сгибают в коленных и тазобедренных суставах, а затем разводят их в стороны; в подколенную область подкладывают валик. Колени должны быть сведены. В таком положении и осуществляют транспортировку.

Перелом ключицы. Верхнюю конечность, согнутую в локтевом суставе, подвешивают на косынку; в подмышечную область подкладывают валик.

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ РАСТЯЖЕНИЯХ И РАЗРЫВАХ СВЯЗОК, ВЫВИХАХ СУСТАВОВ

При травмах, неосторожных действиях, когда движения в суставе превышают обычные величины, возникает растяжение или разрыв связок. Проявляется он резкими болями, припухлостью в области сустава. Отмечается невозможность движений в нем в полном объеме. Возможны кровоизлияния в мягкие ткани или даже в полость сустава.

Вывих — стойкое ненормальное смещение суставных поверхностей по отношению друг к другу. Если суставные поверхности полностью перестают соприкасаться, вывих называется *полным*, если же частично соприкосновение остается — *неполным*. Возникновение вывихов связано, как правило, с травмами. Признаками вывиха являются: сильные боли в области сустава, неестественное вынужденное положение конечности, ограничение движений в суставе.

Вправление вывихов производят в лечебных учреждениях. Следует отметить, что чем раньше пострадавший будет доставлен в медицинский стационар, тем легче и малотравматичнее для больного будет происходить вправление. Доврачебная помощь заключается в применении болеутоляющих средств, в обеспечении полного покоя конечности. Возможно наложение иммобилизующей шины или фиксирующей повязки. При этом нельзя изменять положение поврежденной конечности — осуществляют иммобилизацию в так называемом «вынужденном положении».

Переломы, разрывы связок, вывихи могут симулировать друг друга, поэтому к любой травме необходимо относиться с большой осторожностью.

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ КРОВОТЕЧЕНИЯХ

Кровотечение — это истечение крови из сосудистого русла за пределы организма или в его полости. Кровотечение следует отличать от кровоизлияния.

Кровоизлияние — это скопление излившейся из сосудов крови в тканях организма.

Кровотечения чаще возникают от различных механических воздействий, которые приводят к разрыву сосуда. Реже возможно разъедание стенки сосуда опухолью, гноем. Возникновению кровотечений способствует нарушение свертываемости крови.

Кровеносное русло при массивной кровопотере в недостаточной мере заполнено кровью. Головной мозг и сердце перестают получать необходимое им количество крови, что может привести к гибели пострадавшего.

Женщины, организм которых приспособлен к периодическим кровопотерям, переносят их несколько лучше, чем мужчины.

Кровотечения классифицируют на **наружные** и **внутренние**. *Наружное кровотечение* — истечение крови за пределы организма. Его диагностика, как правило, не затруднительна. *Внутреннее кровотечение* — кровотечение в полости организма (брюшную, грудную). Распознать их довольно сложно. Между тем, в полостях возможно скопление огромного количества крови, что может привести к смерти человека.

По **виду поврежденного сосуда** кровотечения подразделяют на:

— артериальные;
— венозные;
— капиллярные;
— смешанные.

Артериальное кровотечение характеризуется истечением алой крови пульсирующей струей под давлением. Кровотечение из крупных артерий может привести к скорой гибели пострадавшего. Поэтому его остановку необходимо производить в максимально короткие сроки.

Венозные кровотечения возникают при истечении крови из вен. В этом случае кровь выходит непрерывной струей. Цвет ее темный, так как вены большого круга кровообращения несут к сердцу бедную кислородом кровь. Интенсивность истечения крови пропорциональна диаметру поврежденного сосуда. Для остановки венозного кровотечения необходимо выполнение тех же мероприятий, что и для остановки капиллярного. Давящая повязка в данном случае сдавливает просвет вен и помогает образованию кровяного сгустка. Также необходимо придать поврежденной конечности возвышенное положение.

Капиллярные кровотечения возникают при повреждении мелких кровеносных сосудов. Кровь при них выделяется всей раневой поверхностью. Объем истекаемой крови, как правило, незначительный. Большой ее потери обычно не бывает. Помощь при капилляр-

ном кровотечении должна заключаться в обработке *краев раны* спиртовым раствором йода, закрытии поврежденного участка стерильной марлевой салфеткой, наложении давящей повязки.

Давящая повязка, как правило, не позволяет остановить кровь, истекающую из артерии. Способом временной остановки такого кровотечения является пальцевое прижатие поврежденной артерии выше места ее разрыва. Для произведения этой манипуляции находят точку пульсации сосуда выше места повреждения и прижимают ее к костным образованиям соответствующей анатомической области (см. «Артериальную систему»).

При ранениях артерий конечностей возможно использование максимального их сгибания в суставах. В подмышечную, локтевую, подколенную области подкладывают валик, над которым конечность сгибают до отказа. Если кровотечение остановилось, производят фиксацию в соответствующем положении.

Наиболее эффективным, но в то же время и наиболее травматичным способом временной остановки артериального кровотечения является *наложение жгута* (рис. 107, 108). В качестве жгута можно использовать отрезки матерчатой ткани. Чтобы жгут не принес пострадавшему больше вреда, чем пользы, при его наложении необходимо соблюдать следующие правила:

1. Перед наложением жгута поврежденную конечность необходимо приподнять, чтобы кровь, содержащаяся в ее венах стекла в направлении к сердцу.

2. Жгут на конечность необходимо накладывать как можно ближе к ране (в 2—3 см), но не на рану!

3. Под жгутом должна быть одежда (мягкая повязка) для избежания травматизации подлежащих тканей.

4. Сдавление конечности жгутом должно быть достаточным для остановки кровотечения. Это проверяется по прекращению истечения из раны пульсирующей струи, побледнению конечности, отсутствию

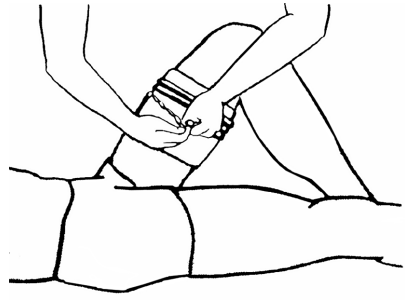


Рис. 107. Наложение жгута

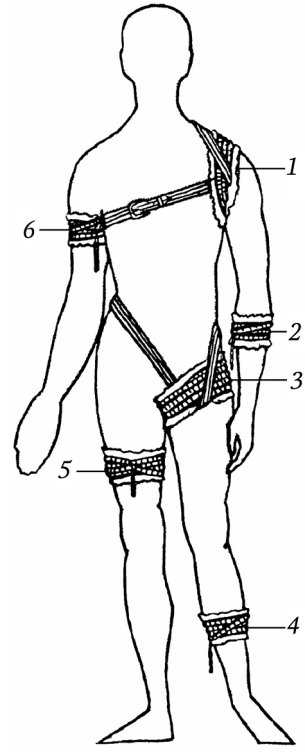


Рис. 108. Типичные места наложения жгута при кровотечении из артерий:
1 — в области надплечья; *2* — средней трети предплечья; *3* — верхней трети бедра; *4* — нижней трети голени; *5* — нижней трети бедра; *6* — средней трети плеча

пульсации артерии ниже места ранения. Недостаточное перетягивание конечности жгутом не остановит кровотечения, между тем чрезмерное сдавление может привести к повреждению мягких тканей и нервов.

5. После выполнения предыдущих манипуляций необходимо прикрепить к жгуту записку с указанием времени его наложения. Категорически запрещается! закрывать жгут повязкой. Он должен быть заметен при осмотре.

6. Держать жгут более 2 ч летом и 1—1,5 ч зимой недопустимо. Это может привести к омертвлению конечности. Если за указанный период времени больного невозможно доставить в лечебное учреждение, то жгут снимают и осуществляют пальцевое прижатие сосуда на 10—15 мин с последующим наложением жгута несколько выше предыдущего места.

Пострадавшего с артериальным кровотечением нужно максимально быстро доставить в медицинское учреждение. При этом конечность желательно иммобилизировать.

Окончательная остановка артериального кровотечения производится в медицинских учреждениях, в хирургическом стационаре. Существуют различные методы окончательной остановки кровотечений. К ним относятся, например, перевязка сосуда, сшивание поврежденного сосуда. При повреждении некоторых, особенно поверхностно расположенных сосудов, возможно использование метода *диатермокоагуляции*. Он основан на применении токов высокой частоты, которые при прохождении через ткань вызывают ее резкое локальное перегревание и, тем самым, вызывается образование тромбов.

Также применяют некоторые препараты для усиления свертывания крови. При местном использовании некоторых из них кровоте-

чение уменьшается или останавливается полностью (*перекись водорода, перманганат калия, гемостатическая губка*).

В случае потери большого объема циркулирующей жидкости пострадавшему производят переливание крови или ее заменителей.

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ РАНЕНИЯХ

Нарушение целостности кожных покровов, слизистых оболочек и глубже расположенных тканей в результате механического или иного воздействия называют *ранами*. Различают поверхностные и глубокие раны.

Поверхностные раны характеризуются повреждением кожи и слизистых оболочек. *Глубокие* раны, при которых повреждаются серозные оболочки полостей, называют *проникающими*. Остальные раны, независимо от их глубины, называют *непроникающими*. В зависимости от характера ранящего предмета различают раны *колотые, резаные, рубленые, ушибленные, рваные, огнестрельные, укушенные*.

Основа первой помощи при ранениях — первоначальная обработка раны и остановка кровотечения. Основные правила остановки кровотечений изложены выше.

Обработку раны необходимо проводить чистыми руками: вымыть и протереть спиртом, водкой, одеколоном. Накладывая повязку, не следует касаться руками тех слоев марли, которые будут непосредственно соприкасаться с раной. При отсутствии антисептических (обеззараживающих) веществ рану нужно защитить наложением повязки. При наличии дезинфицирующих веществ (перекись водорода, раствор йода, 40—70 ° спирт) перед наложением повязки кожу вокруг раны обрабатывают этими веществами.

Рану нельзя промывать водой.

Нельзя допускать попадания прижигающих антисептиков в рану.

Не следует удалять инородные тела и грязь из глубоких слоев раны, так как это может привести к еще большему инфицированию и кровотечению.

Рану нельзя засыпать порошками, накладывать на нее мазь, непосредственно к ране прикладывать вату.

Иногда в рану могут выпадать внутренние органы. При обработке такой раны нельзя погружать выпавшие органы в глубь нее, повязку необходимо накладывать поверх выпавших органов.

После наложения повязки пострадавшему можно дать обезболивающее и принять меры к доставке в лечебное учреждение.

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ОЖОГАХ И ОТМОРОЖЕНИЯХ

Ожоги — повреждения тканей в результате воздействия на них высоких температур, электрического тока, химических веществ.

Термические ожоги возникают от высоких температур. Характер и глубина повреждения зависят от величины температурного воздействия и его продолжительности. Первой при термическом ожоге страдает кожа.

По глубине поражения различают четыре степени ожогов.

При ожогах первой (I) степени страдает только эпидермис. Проявляется он жгучими болями, покраснением и отеком кожи.

Ожоги второй (II) степени характеризуется более глубокими поражениями. Эпидермис отслаивается, образующаяся полость заполняется жидкостью — возникают пузыри.

Ожоги IIIа степени характеризуются сохранением глубоко лежащих слоев дермы (волосяных луковиц, потовых и сальных желез). IIIб степень сопровождается поражением всей кожи, часто с некрозом (омертвением) подкожной жировой клетчатки.

Ожоги IV степени — омертвление помимо кожи глубоко лежащих тканей (мышц, фасций, сухожилий, костей и т. д.). При ожогах III и IV степени кожа имеет светло-серую, темную, иногда черную окраску. Болевая чувствительность при IIIа степени снижена, при IIIб и IV степени — отсутствует. Связано это с гибелью чувствительных нервных окончаний под воздействием высоких температур.

Обширные ожоги могут привести к смерти пострадавшего.

В качестве мер первой помощи необходимо немедленно потушить и снять горящую или тлеющую одежду. Пораженный участок следует определенное время промывать прохладной водой. После этого накладывают асептическую повязку. При сильных болях необходимо вводить болеутоляющие средства. Пострадавшего (особенно при глубоких ожогах) как можно быстрее доставляют в лечебное учреждение.

Ожоги I и II степени заживают практически бесследно. Поражения III и IV степени часто требуют оперативных методов лечения. Широко применяется кожная пластика — покрытие пораженного участка лоскутом здоровой кожи.

Химические ожоги. Под воздействием некоторых агрессивных химических веществ возможно возникновение повреждений кожи, зачастую с ее некрозом. Химическими веществами, способными вызывать такие поражения являются концентрированные сильные кислоты, щелочи, соли тяжелых металлов. Под действием кислот происходит образование в месте поражения сухого плотного струпа.

Щелочи вызывают размягчение подвергшихся их воздействию тканей. Химические ожоги по глубине поражения классифицируют также, как и термические.

Первая помощь при химических ожогах заключается в немедленном снятии с пострадавшего пропитанной агрессивными жидкостями одежды. Обязательным является промывание участка поражения большим количеством воды. Нейтрализация агрессивных химических соединений достигается при ожогах кислотами промыванием пораженной кожи раствором пищевой соды (2—3 % раствор гидрокарбоната натрия), при ожогах щелочами — 2—5 % раствором уксусной или лимонной кислот. Затем накладывается стерильная повязка. При сильных болях применяются болеутоляющие средства. В короткие сроки пострадавшего доставляют в лечебное учреждение.

Электрические ожоги — повреждения тканей, возникающие в результате прохождения через них электрического тока большой силы и напряжения. Электрические ожоги часто являются компонентом **электротравмы**. Последняя характеризуется также поражением нервной, дыхательной систем, сердца.

При прохождении электрического тока через ткани возникает их перегревание. Связано это с наличием у тканей организма относительно большого сопротивления к прохождению тока. Действие на ткани, обладающие способностью к возбуждению, проявляется различными нарушениями их функций. Возникают мышечные судороги, нарушения сердечной деятельности (аритмии, остановка сердца), спазм дыхательной мускулатуры, потеря сознания.

Электрические ожоги отличаются от термических и химических скудными внешними проявлениями и значительной глубиной поражения. На коже в местах входа и выхода тока возникают, так называемые *метки тока*. Это пятна белого, темно-желтого или черного цвета. Эти пятна зачастую бывают небольшими, точечными. Однако видимые изменения на коже не могут полностью характеризовать тяжесть поражения. Как правило, глубоко лежащие ткани претерпевают тяжелые изменения. От значительного перегревания страдают мышцы, сосуды, кости.

Первая помощь при поражении электрическим током заключается, прежде всего, в прекращении его воздействия. Необходимо отключить ток, если это невозможно — оттолкнуть пострадавшего от источника. Не следует прикасаться к нему оголенными ладонями. Лучше использовать для этого непроводящие ток предметы (доска, плотные перчатки, толстые ткани). При отсутствии дыхания и сердечной деятельности проводят сердечно-легочную реанимацию по описанным ниже правилам. При преобладании в картине поражения ожога, накладывают стерильную повязку, дают обезболивающие средства.

Отморожения — повреждения тканей организма вследствие длительного местного воздействия низких температур. Как правило, отморожению подвергаются кисти и стопы, нос, уши, щеки. Возникновению этих повреждений способствует ношение в холодный период тесной или промокшей одежды, обуви. Тяжесть отморожения зависит от длительности охлаждения участка тела, температуры воздуха, влажности.

Выделяют четыре степени отморожения. Отчетливо они определяются только после согревания пораженной конечности.

I степень характеризуется болью, изменением чувствительности пораженного участка; кожа вначале бледнеет, при ее дальнейшем согревании возможно появление синюшного оттенка. Некрозом тканей эта степень отморожения не сопровождается.

II степень характеризуется образованием пузырей на синюшной, припухлой коже. Некротизируется практически весь эпидермис, однако определенные изменения происходят и в глубоко лежащих тканях.

III степень характеризуется некрозом подкожной клетчатки, мышц. При этом также образуются пузыри на сине-багровой коже, однако болевая чувствительность нарушена.

IV степени характерен некроз глубоко лежащих тканей.

Следует отметить, что практически все признаки отморожения, в отличие от ожогов, развиваются постепенно в течение определенного времени.

Первая помощь должна заключаться, в прекращении охлаждения. Необходимо завести (занести) пострадавшего в теплое помещение, сменить промокшую и холодную одежду, дать горячую пищу и питье. Пораженный участок растереть теплой рукой или тканью до появления покраснения, наложить на него повязку. В случае появления пузырей их не следует вскрывать. Необходимо обращение за врачебной помощью.

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ПЕРЕГРЕВАНИИ И ОБЩЕМ ОХЛАЖДЕНИИ

Перегревание организма наиболее быстро возникает при высокой внешней температуре (более 37 °С) и влажности около 100 %, когда испарение пота с поверхности тела становится невозможным. Этому способствует также тяжелая физическая работа и одежда, препятствующая испарению. В этих случаях может развиваться *тепловой удар*, или «*солнечный удар*», если человек находился под прямыми лучами солнца.

Характеризуется это состояние нарушением деятельности ЦНС (резкая слабость, головная боль, головокружение, возможна потеря

сознания). Могут появиться тошнота, рвота, судороги. Температура тела повышается до 40—41 °С. Кожа из-за расширения капилляров краснеет, потоотделение с ее поверхности отсутствует. Возможно ее побледнение. В случае потери сознания возникает тепловой обморок, когда в результате расширения периферических сосудов падает артериальное давление и снижается мозговой кровоток.

В случае перегревания необходимо как можно быстрее вызвать «Скорую помощь». Требуется максимально быстро переместить пострадавшего в прохладное помещение, уложить его, снять лишнюю одежду. Для усиления теплоотдачи желательно положить на открытые участки тела ткань, смоченную холодной водой. Пострадавшему дают выпить прохладной жидкости.

При потере сознания пострадавшему дают вдохнуть нашатырный спирт: вату, смоченную этим раствором, подносят к носу, при этом к коже прикасаться нельзя, чтобы избежать ее ожога. Для восстановления сознания можно «обрызгать» лицо холодной водой; или «похлестать» пострадавшего по щекам.

Предупреждение солнечного удара обеспечивается прикрыванием головы от солнечных лучей светлым головным убором.

Общее охлаждение, или **замерзание**, развивается в результате относительно длительного воздействия низкой температуры окружающей среды на организм. Развитию замерзания способствуют: недостаточно теплая одежда, ветер, повышенная влажность, алкогольное опьянение, гиподинамия.

Выделяют три степени общего охлаждения:

I (*легкая степень*) характеризуется снижением температуры тела до 33 °С, бледностью кожи, ощущением озноба, замедлением и скованностью движений.

II (*средняя степень*) характеризуется снижением температуры тела до 26 °С, бледностью или синюшностью кожи, угнетением сознания, урежением дыхания, замедлением пульса.

III (*тяжелая степень*) характеризуется снижением температуры тела ниже 26 °С, потерей сознания, судорогами, пульсом менее 30 уд/мин, редким дыханием.

При легкой степени бывает достаточно поместить пострадавшего в теплое помещение, сменить одежду, дать горячую пищу и питье. В случае более тяжелой степени замерзания наиболее эффективным является помещение пострадавшего в теплую (26—36 °С) ванну, постепенно увеличивая в ней температуру до 38—40 °С. Пострадавший находится в ванне до повышения температуры тела до 35 °С. Как можно быстрее необходимо вызвать «Скорую помощь».

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ПОВРЕЖДЕНИЯХ ГЛАЗ

Одной из наиболее частых травм глаз является попадание инородных тел. Они раздражают роговицу и вызывают неприятные ощущения (резь в глазу, чувство инородного тела). Такие травмы встречаются, как правило, при нарушении техники безопасности во время работы с металлами, когда глаза не прикрыты защитными очками.

В качестве меры первой помощи необходимо промыть глаз проточной водой. Не следует растирать больной глаз, так как это может привести к более тяжелому повреждению. После промывания следует обратиться в офтальмологический травмпункт, к врачу-офтальмологу.

При попадании в глаз агрессивных жидкостей (кислот, щелочей) необходимо также промыть глаз обильным количеством проточной воды и как можно быстрее госпитализировать пострадавшего.

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ УТОПЛЕНИИ

Часто из-за несерьезного отношения к опасности, которой подвергаются люди при купании в водоемах, возникают случаи утопления. Особенно опасно купание в нетрезвом состоянии: люди не рассчитывают свои силы и это зачастую приводит к их гибели.

В случае заполнения легких жидкостью человек теряет сознание. Необходимо как можно скорее вытащить его из воды. Желательно делать это не в одиночку, так как плыть с грузом, равным практически весу собственного тела довольно затруднительно. При этом голова пострадавшего должна находиться над поверхностью воды.

После доставки на берег, требуется освободить дыхательные пути от заполняющей их воды. Наиболее оптимальным способом считается следующий. Оказывающий помощь кладет пострадавшего животом вниз на бедро своей согнутой в колене ноги. Туловище и голова последнего свисают вниз, касаясь земли. Сильными ритмичными движениями надавливают на грудную клетку пострадавшего (рис. 109). Вода вытекает из легких вследствие действия силы тяже-

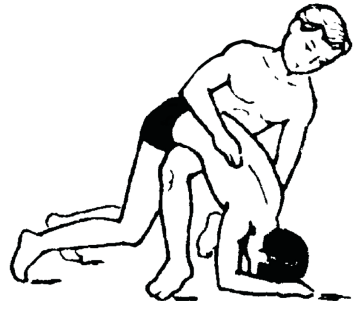


Рис. 109. Удаление воды из дыхательных путей

сти и давления, прилагаемого извне. Для восстановления дыхания и сердечной деятельности при их отсутствии проводят сердечно-легочную реанимацию.

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ПОПАДАНИИ ИНОРОДНЫХ ТЕЛ В ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПУТИ

При нарушении правил принятия пищи (разговоры при еде, быстрое проглатывание пищевого комка) часто происходит попадание частиц пищи в дыхательные пути. Если они фиксируются в районе голосовой щели гортани, бифуркации трахеи, возникает *асфиксия* (невозможность дыхания). Пострадавший не может вдохнуть воздух и вскоре наступает летальный исход (смерть).

Инородные тела, располагающиеся в ротовой полости и в глотке, удаляются пальцами.

Если же пищевой комок попадает в гортань, трахею или бронхи, то рефлекторно возникает кашель. Часто поток воздуха при кашле выталкивает инородное тело. Следует также отметить, что при попадании инородного тела в нижние дыхательные пути возникает рефлекторный спазм голосовой щели. Если инородное тело располагается выше голосовых складок, спазм препятствует его прохождению в трахею и бронхи. Если же оно фиксировалось ниже голосовой щели, то это создает препятствие для выбрасывания инородного тела наружу. Спазм головой щели вызывает удушье.

В случае попадания инородного тела в дыхательные пути необходимо как можно скорее обратиться за врачебной помощью. Даже если человек не испытывает каких-либо затруднений в дыхании возможно возникновение различных осложнений.

Если же возникает асфиксия (удушье), то следует применить следующий прием: 3—5 поколачиваний по спине чередуют с последующим резким надавливанием на живот. Для этого оказывающий помощь находится сзади от пострадавшего. Кисть, сжатая в кулак, располагается книзу от мечевидного отростка. Ладонь второй руки покрывает ее снаружи. Первое движение заключается в надавливании на живот по направлению к спине. После этого кулак разворачивают по направлению к диафрагме (кверху) и резко поддавливают его вверх. Необходимо произвести 3—5 таких движений.

Если вышеописанный прием не помогает, и пострадавший по прежнему не может дышать, единственное, что может спасти жизнь пострадавшего — это пункция мембраны, соединяющей щитовидный и перстневидный хрящи гортани. Щитовидный хрящ прощупывается на шее в виде обширной твердой пластинки с воз-

вышением в центре. Перстневидный хрящ располагается на расстоянии нескольких миллиметров под его нижним краем. Между этими хрящами прощупывается ямка. В центре ее и необходимо делать прокол.

Для прокола можно использовать толстые пункционные (инъекционные) иглы, другие острые предметы с диаметром более 2 мм. В образованное отверстие вставляют полый цилиндрический предмет (та же игла, корпус шариковой ручки). Надо помнить, что это мероприятие является крайней мерой. Выполнять его следует только в случае, когда другие методы не позволяют обеспечить пострадавшему поступление воздуха в легкие.

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ БОЛЯХ В ОБЛАСТИ СЕРДЦА

Боли в области сердца возникают как при заболеваниях этого органа, так и при патологии других органов грудной клетки. Обычно при поражении сердца боль иррадиирует (перемещается) в левую руку, лопатку, левую половину шеи и головы.

При возникновении сильных болей в области сердца больного нужно уложить, расстегнуть сдавливающую одежду, обеспечить доступ свежего воздуха и дать под язык таблетку валидола или нитроглицерина. Необходимо обратить внимание, что если ранее человек не принимал нитроглицерин, то его можно использовать только после того, как он примет горизонтальное положение — во избежание потери сознания от изменений в системе кровообращения. При отсутствии данных препаратов можно растереть стопы шерстяной тканью или приложить к стопе горчичники. Также необходимо принять все меры для вызова к пострадавшему медицинского работника.

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ОБМОРОКЕ

Обморок — кратковременная, внезапно наступающая потеря сознания в результате резкого уменьшения притока крови к головному мозгу. Довольно часто перед обмороком больной ощущает тошноту, нехватку воздуха, головокружение, потемнение в глазах, слабость и т. д. Кроме потери сознания обморок проявляется побледнением кожи и слизистых оболочек, снижением артериального давления, урежением дыхания.

При обмороке больного необходимо уложить, голову опустить ниже уровня туловища или приподнять ноги — это приводит к увеличению притока крови к головному мозгу. Стесняющую одежду необходимо расстегнуть. Для восстановления сознания больному дают

вдохнуть нашатырный спирт, опрыскивают или протирают лицо холодной водой, можно «похлестать» пострадавшего по щекам.

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ЭПИЛЕПТИЧЕСКОМ ПРИПАДКЕ

Эпилептический припадок — одна из форм проявления тяжелой болезни — эпилепсии. Также эпилептический припадок может быть симптомом тяжелых повреждений головного мозга опухолью, после черепно-мозговых травм, гематом. Он проявляется внезапной потерей сознания, сопровождающейся судорогами и выделением пенистой жидкости изо рта. В первые секунды приступа до появления судорог больной падает, часто получая при этом различные травмы. Лицо обычно синеет, зрачки на свет не реагируют. Продолжительность припадка составляет 1—5 минут. После прекращения судорог больной засыпает и происшедшего с ним не помнит. Часто во время припадка происходят непроизвольные мочеиспускание и дефекация.

Первая помощь заключается в том, что больного нужно уложить, но не переносить в другое место, расстегнуть стесняющую одежду. Между зубами для профилактики прикусывания языка нужно вложить полотенце, край пальто или другую плотную ткань. При судорогах больного необходимо фиксировать для предупреждения получения травм. В обязательном порядке необходимо вызвать бригаду «скорой помощи». После окончания припадка больного транспортируют в лечебное учреждение.

СЕРДЕЧНО-ЛЕГОЧНАЯ РЕАНИМАЦИЯ

Сердечно-легочная реанимация проводится в случае наступления у пострадавшего клинической смерти. Методика ее проведения должна быть известна каждому человеку. Возможность сохранения жизни во многих ситуациях зависит от быстроты и правильности действий тех, кто оказывает первую помощь.

После остановки дыхания и сердечной деятельности в течение короткого периода клетки организма еще не погибают. Как известно, наиболее чувствительны к отсутствию кислорода клетки коры головного мозга. Считается, что они погибают в течение около 5 минут после остановки дыхания и работы сердца. В условиях низкой температуры это время несколько удлиняется. *Клиническая смерть* — обратимое состояние, однако если помощь не оказывается своевременно, то наступает *биологическая (необратимая) смерть*.

Клиническая смерть может развиваться в результате различных состояний. Признаками клинической смерти являются: отсутствие сознания, дыхания, пульса (на сонной артерии), расширение зрачков и отсутствие их реакции на свет, бледность или синюшность кожных покровов.

Латинское слово *реанимация* в переводе означает оживление. Сердечно-легочная реанимация проводится в 3 этапа.

1-й этап — контроль (восстановление) проходимости дыхательных путей. На этом этапе в зависимости от причины, вызвавшей остановку дыхания, проводят соответствующие мероприятия. При утоплении из дыхательных путей удаляется вода. При наличии инородных тел в дыхательных путях выполняют приемы, необходимые для восстановления их проходимости. В случае нахождения в полости рта и в глотке рвотных масс, инородных тел голову поворачивают набок, открывают рот и одним или двумя пальцами очищают ротовую полость и глотку от них.

Как правило, при клинической смерти расслабляются мышцы языка и шеи. Корень языка западает к задней стенке глотки и препятствует поступлению воздуха в гортань, трахею и бронхи. Для восстановления проходимости применяют, так называемый *тройной прием*. Необходимо откинуть голову пострадавшего назад и подложить под шею валик. Затем за нижнюю челюсть заводят пальцы обеих рук и выдвигают ее вперед. После этого большие пальцы заводят за нижнюю губу и открывают рот.

2-й этап — поддержание дыхания (искусственное дыхание, искусственная вентиляция легких) может производиться в следующих вариантах: «изо рта в нос» и «изо рта в рот». Голова запрокинута, как описано ранее. При дыхании «изо рта в рот» зажимается нос пострадавшего, чтобы воздух шел в легкие, а не выходил через нос. При дыхании «изо рта в нос» зажимают рот. Оказывающий помощь, сделав глубокий вдох, с силой выдыхает воздух в дыхательные пути пострадавшего. Выдох происходит пассивно. Частота искусственного дыхания: 12—14 в минуту.

3-й этап — поддержание кровообращения. Осуществляется с помощью *непрямого* (наружного) массажа сердца. Методика его проведения следующая. Одна ладонь кладется на грудину на 3—4 см выше мечевидного отростка, другая — поверх нее. **Руки выпрямлены.** При проведении непрямого массажа сердца используют не только силу рук, но и тяжесть всего туловища. Пальцы при этом не должны касаться ребер, чтобы не вызвать их перелома. Во время толчков грудина должна смещаться по направлению к позвоночни-

Рис. 110. Проведение искусственной вентиляции легких и непрямого массажа сердца

ку на 4—5 см. При этом сердце сжимается между грудиной и позвоночником и происходит выталкивание крови из него. Частота надавливаний — не менее 60 в минуту (у детей — до 120 в минуту).

Прямой массаж сердца выполняет в случае остановки сердца хирург во время операции. При этом вскрывается грудная клетка, обнажается сердце и хирург своей рукой сжимает и разжимает его с определенной частотой (60—70 в минуту).

Непрямой массаж сердца выполняется одновременно с искусственным дыханием. Если реанимацию проводит 1 человек, то через каждые 15 надавливаний на грудину следуют 2—3 вдоха. Если же реаниматологическое пособие оказывают двое, то один из них производит непрямой массаж сердца, а другой искусственную вентиляцию легких (рис. 110). При этом на каждые 5 толчков приходится 1 вдох.

Сердечно-легочная реанимация должна проводиться до появления дыхания и пульса на крупных сосудах (сонной артерии). Прекращение ее допустимо лишь после безуспешного оказания помощи в течение не менее чем 30 мин.

ЛИТЕРАТУРА

Агаджанян Н. А., Власова И. Г. [и др.]. Основы физиологии человека. — М. : РУДН, 2012. — 412 с.

Айзман Р. И., Рубанович В. Б., Суботялов М. А. Основы медицинских знаний и здорового образа жизни. — Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2010. — 224 с.

Алипов Н. Н. Основы медицинской физиологии. — М. : Практика, 2008. — 412 с.

Артюнина Г. П. Основы медицинских знаний и здорового образа жизни. — М. : Академический проект, 2009. — 766 с.

Биология. Современный курс / под ред. А. Ф. Никитина. — СПб. : СпецЛит, 2006. — С. 15—108, 401—480.

Бубнов В. Г., Бубнова Н. В. Основы медицинских знаний : учебно-практическое пособие по оказанию первой медицинской помощи после несчастного случая на дороге, в быту или на производстве, после катастрофы или теракта. — М. : Астрель, 2005. — 315 с.

Быков В. Л. Цитология и общая гистология. — СПб. : Sotis, 2003. — 498 с.

Быков В. Л. Частная гистология человека. — СПб. : Sotis, 2000. — 300 с.

Волокитина Т. В., Бральнина Г. Г., Никитинская Н. И. Основы медицинских знаний. — М. : Академия, 2010. — 224 с.

Гайворонский И. В. Нормальная анатомия человека : учебник для студентов медицинских вузов. В 2 томах. — 6-е изд. — СПб. : СпецЛит, 2007. — 560, 424 с.

Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А. И. Анатомия и физиология человека : учебник для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования. — 6-е изд. — М. : Академия, 2011. — 492 с.

Глыбочко П. В., Николенко В. Н. [и др.]. Первая медицинская помощь. — М. : Академия, 2010. — 240 с.

Красильникова И. М., Моисеева Е. Г. Неотложная доврачебная медицинская помощь. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011. — 192 с.

Международная анатомическая номенклатура / под ред. чл.-кор. АМН Л. Л. Колесникова. — М. : Медицина, 2003. — 410 с.

Назарова Е. Н., Жилов Ю. Д. Основы медицинских знаний и здорового образа жизни : учебник для студентов высших учебных заведений. — М. : Академия, 2012. — 192 с.

Сумин С. А. Неотложная доврачебная помощь. — М. : МИА, 2008. — 728 с.

Тен Е. Е. Основы медицинских знаний. —5-е изд., стереотип. — М. : Академия, 2009. — 256 с.

Ужегов Г. Н. Полная энциклопедия доврачебной помощи. — М. : Олма Медиа Групп, 2006. — 640 с.

Физиология и основы анатомии / под ред. А. В. Котова, Т. Н. Лосевой. — М. : Медицина, 2011. — 1052 с.

Физиология человека / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. — М. : Медицина, 2007. — 656 с.

Учебное издание

И. В. Гайворонский, Г. И. Ничипорук,
А. И. Гайворонский, С. В. Виноградов

ОСНОВЫ МЕДИЦИНСКИХ ЗНАНИЙ

(анатомия, физиология, гигиена человека
и оказание первой помощи при неотложных состояниях)

Учебное пособие

Под редакцией И. В. Гайворонского

2-е издание, исправленное и дополненное

Подписано в печать 24.04.2013.
Формат $60 \times 88\,{}^{1}/_{16}$. Печ. л. 19,5 + 0,25 печ. л. цв. вкл.
Тираж 1000 экз. Заказ №

ООО «Издательство „СпецЛит“».
190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29,
тел./факс: (812) 251-66-54, 251-16-94,
http://www.speclit.spb.ru.

Отпечатано в типографии «L-PRINT»,
192007, Санкт-Петербург, Лиговский пр., 201, лит А, пом. 3Н.

ISBN 978-5-299-00543-1